

REAL OPTIONS SLS
SUPER-VERBAND-LÖSER

BENUTZERHANDBUCH

Dr. Johnathan Mun, *Ph.D., MBA, MS, BS, CFC, CRM, FRM, MIFC,*

Die Materialien basieren auf urheberrechtlich geschützten Publikationen von Dr. Johnathan Mun.

Geschrieben, entworfen und veröffentlicht in den Vereinigten Staaten von America.

Um zusätzliche Kopien dieses Dokuments zu erwerben, kontaktieren Sie Real Options Valuation, Inc. unter der folgende Adresse:

Admin@RealOptionsValuation.com

VORWORT

Willkommen bei der Software Real Options Super-Verband-Löser (SLS)

Willkommen zur Software Real Options Super-Verband-Löser (SLS). Diese Software hat mehrere Module einschließlich:

- Einzeln Super-Verband-Löser ("SLS")
- Mehrfache Super-Verband-Löser ("MSLS")
- Multinomial-Verband-Löser ("MNLS")
- Verband-Erzeuger
- SLS-Excel-Lösung
- SLS-Funktionen
- ROV Strategy Tree

Diese Module erfassen die finanziellen Konzepte von Optionen, bezüglich deren Anwendung bei reellen oder materiellen Aktiva. Zum Beispiel, wenn Sie eine Kaufoption oder eine unterliegende Aktie erwerben, erwerben Sie das Recht, aber nicht die Verpflichtung, einen zu einem festgelegten Preis oder Ausübungspreis zu kaufen. Wenn die Zeit kommt die Aktie zu kaufen, oder die Option entweder bei der oder vor der Fälligkeit auszuüben, üben Sie das Optionsrecht aus, wenn der Aktienpreis höher ist als der Ausübungspreis Ihrer Option. Die Ausübung der Option bedeutet, die Aktie zu dem Ausübungspreis zu erwerben und zu dem höheren Marktpreis zu verkaufen, um einen Profit zu erlangen (abzüglich aller Steuern, Transaktionskosten und zur Optionserwerbung bezahlter Prämien). Allerdings, wenn der Preis weniger als der Ausübungspreis ist, kaufen Sie die Aktie nicht und Ihre einzigen Verluste sind die Transaktionskosten und die Prämien. Die Zukunft ist schwer vorauszusehen und könnte voll von Ungewissheit und Risiken sein. Man kann nicht zweifelsfrei wissen ob der Wert einer bestimmten Aktie steigen oder sinken wird. Das ist das Schöne bei Optionen: Sie können Ihre Gewinne maximieren (Spekulation mit unbegrenzten Vorteilen) während Sie Ihre Verluste minimieren (Absicherung gegen Nachteile, indem Sie die Höchstverluste auf die bezahlten Prämien begrenzen). Man kann dasselbe Konzept bei Aktiva anwenden. Firmenaktiva könnten Fabrikanlagen, Patente, Projekte, Forschungs- und Entwicklungsinitiativen und so weiter einschließen. Jede dieser Aktiva trägt ein Ungewissheitsniveau mit sich. Zum Beispiel, wird sich das Multimillionendollar Forschungsprojekt der Firma zu einem Einnahmenerzeugenden Produkt entwickeln? Wird die Investition in ein erfolgreiches Jungunternehmen („start-up company") der Firma bei der Expandierung in neue Märkte helfen? Das Management stellt sich solche Fragen jeden Tag. Die Software Real Options Super-Verband-Löser (SLS) (insgesamt, die Module SLS, MSLS und MNLS) liefert Analysten und Führungskräften die Fähigkeit, den Wert der Investition in einer ungewissen Zukunft festzustellen.

Wer sollte diese Software verwenden?

Die Module SLS, MSLS, MNLS, Verband-Erzeuger, Excel-Lösung und Excel-Funktionen sind für Analysten geeignet, die sich mit Tabellenblattmodellierung in Excel und der Bewertung von reellen Optionen zu Recht finden. Die Software begleitet die Bücher *Real Options Analysis: Tools and Techniques, 2nd Edition* (Wiley 2005), *Modeling Risk* (Wiley 2006), und *Valuing Employee Stock Options* (Wiley 2004), alle von Dr. Johnathan Mun, der die Software entwickelt hat.[1] Es gibt verschiedene verbundene Ausbildungslehrgänge: *Certified Risk Analyst (CRA), The Basics of Real Options* und *Advanced Real Option*, die auch von Dr. Mun unterrichtet werden. Während die Software und deren Modelle auf seinen Bücher basieren, umfassen die Ausbildungslehrgänge ausführlicher die Thematik von reellen Optionen, einschließlich der Lösung von Beispielsgeschäftsfällen und die Formulierung von reellen Optionen von tatsächlichen Fällen. Es wird dringend empfohlen, dass der Benutzer sich mit den Grundkonzepten von reellen Optionen, sowie in *Real Options Analysis: Tools and Techniques, 2nd Edition,* (Wiley, 2006) erläutert, vertraut macht.

---

[1] Die Gestaltung und die Analytik des Softwares Real Options SLS 5.0 wurden von Dr. Johnathan Mun erstellt, und die Programmierung des Softwares wurden vom Hauptentwickler J.C. Chin entwickelt.

INHALTSVERZEICHNIS

SEKTION I – WIE MANN ANFÄNGT

Einzel-Aktivum Super-Verband-Löser (SLS)

Mehrfache Aktiva Super-Verband-Löser (MSLS)

Multinomial-Verband-Löser (MNLS)

Verbandsprüfungsblatt

Verband-Erzeuger

SLS-Excel-Lösung

SLS-Funktionen

Ausgleichszahlungsdiagramme

Tornado

Sensibilitätsanalyse

Monte Carlo Simulation

Strategiebaum

Einführung in die Software Super-Verband (SLS)

Die ***Software Real Options Super-Verband* (SLS)** beinhaltet mehrere Module, einschließlich: ***Super-Verband-Löser* (SLS)**, ***Mehrfache Super-Verband-Löser* (MSLS)**, ***Multinomial-Verband-Löser* (MNLS)**, ***Verband-Erzeuger, SLS-Excel-Lösung*** und ***SLS-Funktionen.*** Diese Module sind sehr leistungsfähige und anpassbare Binomial- und Multinomial-Verband-Löser und sind verwendbar, um viele Typen von Optionen zu lösen. Diese schließen die drei Hauptfamilien von Optionen ein: *reelle Optionen,* die sich mit materiellen und immateriellen Aktiva befassen; *finanzielle Optionen*, die sich mit finanziellen Aktiva und deren Investitionen befassen; und *Belegschaftsaktienoptionen (ESO)*, die sich mit finanziellen Aktiva befassen, die der Belegschaft innerhalb eines Unternehmens zu Verfügung gestellt werden. Dieser Text erläutert einige Beispielanwendungen von reellen Optionen, finanziellen Optionen und Belegschaftsaktienoptionen (ESO), welche den Benutzern am häufigsten begegnen werden.

- Das **Einzel-Aktivum-Modell** wird hauptsächlich verwendet, um Optionen mit einem *einzelnen unterliegenden Aktivum* unter Verwendung von Binomialverbänden zu lösen. Man kann auch höchst komplexe Optionen mit einem einzelnen unterliegenden Aktivum unter Verwendung von SLS lösen.
- Das **Mehrfache-Aktiva-Modell** wird verwendet, um Optionen mit *mehrfachen unterliegenden Aktiva* und sequenzielle Compound-Optionen mit *mehrfachen Phasen* unter Verwendung von Binomialverbänden zu lösen. Mann kann höchst komplexe Optionen mit mehrfachen unterliegenden Aktiva und Phasen unter Verwendung von MSLS lösen.
- Das **Multinomial-Modell** verwendet *Multinomialverbände* (Trinomial, Quadranomial, Pentanomial), um spezifische Optionen zu lösen, die man nicht mit Binomialverbänden lösen kann.
- Der **Verband-Erzeuger** wird verwendet, um Verbände in Excel mit sichtbaren und aktiven Gleichungen zu kreieren, nützlich um Montecarlo-Simulationen mit der Software Risk Simulator (ein Excel-Add-In, eine auf Risiko basierende Software für Simulation, Vorausberechnung und Optimierung, auch von Real Options Valuation, Inc. entwickelt) auszuführen oder zur Verknüpfung mit und von anderen Tabellenblattmodellen. Die Verbände schließen auch Entscheidungsverbände ein, wo die strategischen Entscheidungen zur Ausübung bestimmter Optionen und das optimale Timing zur Ausübung dieser Optionen angezeigt werden.
- Das Modul **SLS-Excel-Lösung** implementiert die SLS- und MSLS-Berechnungen innerhalb einer Excelumgebung, was den Benutzern direkten Zugang zu den SLS- und MSLS-Funktionen in Excel erlaubt. Diese Eigenschaft erleichtert den Modellaufbau, die Verknüpfung und Einbettung von Formeln und Werten, sowie die Ausführung von Simulationen, und liefert den Benutzern Beispielsmuster, um solche Modelle zu kreieren.
- Die **SLS-Funktionen** sind zusätzliche Modelle von reellen und finanziellen Optionen, die direkt von Excel zugänglich sind. Dies erleichtert den Modellaufbau, die Verknüpfung und Einbettung und die Ausführung von Simulationen.

Die Software SLS wurde erstellt von Dr. Johnathan Mun, Professor, Consultant und der Autor von mehreren Büchern einschließlich *Real Options Analysis: Tools and Techniques, 2nd Edition* (Wiley 2005), *Modeling Risk* (Wiley 2006), und *Valuing Employee Stock Options: Under 2004 FAS 123* (Wiley 2004). Diese Software begleitet auch das Material, welches an verschiedenen von Dr. Mun unterrichteten Ausbildungslehrgängen zum Thema reelle Optionen, Simulation und die Bewertung von Belegschaftsaktienoptionen präsentiert wurde. Während die Software und dessen Modelle auf seinen Büchern basieren, umfassen die Ausbildungslehrgänge ausführlicher die Thematik von reellen Optionen, einschließlich der Lösung von Beispielsgeschäftsfällen und die Formulierung von reellen Optionen von tatsächlichen Fällen. Es wird dringend empfohlen, dass der Benutzer sich mit den Grundkonzepten von

reellen Optionen, so wie in *Real Options Analysis: Tools and Techniques, 2nd Edition* (Wiley 2005) erläutert, vertraut macht, bevor er/sie eine eindringliche Analyse von reellen Optionen unter Verwendung dieser Software probiert. Dieses Handbuch wird einige im Buch schon diskutierte Grundthemen nicht behandeln.

Notiz: Die in 2002 veröffentliche 1. Edition von *Real Options Analysis: Tools and Techniques* published in 2002 führt die Software *Real Options Analysis Toolkit* vor, ein älterer Vorgänger von *Super-Verband-Löser*, auch von Dr. Johnathan Mun erschaffen. Die Software *Real Options Super-Verband-Löser* ersetzt das *Real Options Analysis Toolkit*. Sie wird in *Real Options Analysis, 2nd edition* (2005) vorgeführt und bietet die folgenden Verbesserungen an:

- Alle Ungereimtheiten, Berechnungsfehler und Bugs wurden behoben und verifiziert
- Zulassung von wechselnden Inputparametern im Laufe der Zeit (angepasste Optionen)
- Zulassung von wechselnden Volatilitäten im Laufe der Zeit
- Inkorporierung von bermudischen (Vesting und Blackoutperioden) und angepassten Optionen
- Flexible Modellierungsfähigkeiten bei der Erzeugung und Entwicklung Ihrer eigenen angepassten Optionen
- Allgemeine Verbesserungen in Genauigkeit, Präzision und analytischen Fähigkeiten

Als Erschaffer von beiden Software, Super-Verband-Löser (SLS) und Real Options Analysis Toolkit (ROAT), schlägt der Autor vor, dass der Leser sich der Verwendung von dem Super-Verband-Löser (SLS) widme, da diese Software viele leistungsstarke Verbesserungen und eine bessere analytische Flexibilität als der Vorgänger ROAT enthält.

Die Software SLS erfordert die folgenden Mindestanforderungen:

- Windows XP, oder Vista oder Windows 7 und spätere Versionen
- Excel XP, Excel 2003, Excel 2007 oder Excel 2010 und spätere Versionen
- .NET Framework 2.0 und spätere Versionen
- Administratorrechte (für die Softwareinstallierung)
- Minimum 1GB von RAM
- 150MB verfügbarer Speicherplatz

Die Software funktioniert mit den meisten ausländischen Betriebssystemen sowie Fremdsprachen-Windows oder –Excel. Die Software SLS wurde getestet, sodass sie mit den meisten internationalen Windowsbetriebssystemen funktioniert, aber sie erfordert eine schnelle Änderung in den Einstellungen: klicken Sie auf *Start | Systemsteuerung | Regions- und Sprachoptionen*. Wählen Sie *English (United States)*. Das ist erforderlich, weil die Nummerierungskonvention verschiedene Formen in verschiedenen Länder annehmen kann (z.B., Eintausenddollar und Fünfzigcent wird als 1,000.50 in den Vereinigten Staaten geschrieben gegenüber 1.000,50 in einigen europäischen Ländern).

Um die Software zu installieren, vergewissern Sie sich, dass Ihr System alle obenbeschriebenen Voraussetzungen besitzt. Wenn Sie .NET Framework 2.0 benötigen, browsen Sie bitte durch die Softwareinstallations-CD und installieren Sie die Datei mit Namen *dotnetfx20.exe*. Wenn Sie die Installations-CD nicht besitzen, können Sie die Datei von der folgenden download Webseite herunterladen: www.realoptionsvaluation.com/attachments/dotnetfx20.exe. Sie müssen erst diese Software installieren, bevor Sie mit der Installation von der Software SLS fortfahren. Bitte beachten Sie, dass .NET 2.0 in parallel zu .NET 1.1 arbeitet und Sie müssen und sollten nicht die eine zugunsten der anderen deinstallieren. Für die beste Leistung sollten beide Versionen gleichzeitig auf Ihrem Computer laufen.

Als nächstes, installieren Sie die Software SLS entweder mit der Installations-CD oder durch einen Besuch bei der folgenden Webseite: www.realoptionsvaluation.com. Hier können Sie auf Downloads klicken und Real Options SLS auswählen. Sie können entweder die VOLLVERSION (angenommen Sie haben die Software schon erworben und die permanenten Lizenzschlüssel samt Anweisungen zur permanenten Softwarelizenzvergabe bekommen) oder eine Probeversion herunterladen. Die Probeversion ist genau wie die Vollversion, ausgenommen dass sie nach 10 Tagen abläuft, während denen Sie eine Volllizenz erwerben müssen, um die Benutzung der Software zu verlängern. Installieren Sie die Software indem Sie den auf dem Bildschirm angezeigten Eingabeanforderungen folgen.

Wenn Sie die Probeversion haben und möchten die permanente Lizenz erwerben, besuchen Sie www.realoptionsvaluation.com, klicken Sie auf die Verknüpfung Purchase (linker Bereich der Webseite) und füllen Sie die Kaufbestellung aus. Sie werden dann die entsprechenden Anweisungen zur Installierung der permanenten Lizenz bekommen. Sehen Sie die Anhänge D und E für weitere Details zur Installierung und den Anhang F für Anweisungen zur Lizenzvergabe. Besuchen Sie bitte www.realoptionsvaluation.com und klicken Sie auf FAQ und DOWNLOADS für eventuelle Updates zu den Installierungsanweisungen und Problembehandlungen.

Einzel-Aktivum Super-Verband-Löser (SLS)

Das Bild 1 stellt den Hauptbildschirm der Software SLS dar. Nach der Softwareinstallierung kann der Benutzer Zugang zum SLS Hauptbildschirm erlangen durch das Klicken auf *Start | Programme | Real Options Valuation | Real Options SLS | Real Options SLS.* Von diesem Hauptbildschirm können Sie das Einzel-Aktivum-Modell, das Mehrfache-Aktiva-Modell, das Multinomial-Modell und den Verband-Erzeuger ausführen, und Beispiels- oder existierende Modelle öffnen. Sie können Ihre Maus beliebig über eines der Elemente bewegen, um an eine kurze Beschreibung des Moduls zu gelangen. Von diesem Hauptbildschirm aus können Sie auch eine Lizenz erwerben oder eine neu erworbene Lizenz installieren.

Um Zugang zu SLS-Funktionen, SLS-Excel-Lösungen oder ein Beispiel einer Volatilitätsberechnungsdatei zu erlangen, gehen Sie zu *Start | Programme | Real Options Valuation | Real Options SLS* und wählen Sie das entsprechende Modul aus.



Bild 1 – Einzeln Super-Verband-Löser (SLS)

Beispiele des Einzel-Aktivum SLS

Um Ihnen eine Anfangshilfe zu bieten, stellen wir Ihnen einige einfache Beispiele vor. In diesem Beispiel wird eine einfache europäische Kaufoption unter Verwendung von SLS berechnet. Um mit zu folgen, klicken Sie in dem Hauptbildschirm erst auf Neues Einzel-Aktivum-Modell und dann auf *Datei | Beispiele | Plain Vanilla Kaufoption I*. Diese Beispielsdatei wird in die Software SLS, wie im Bild 2 angezeigt, geladen. Das PV unterliegendes Aktivum (PV = englisch für Gegenwartswert) oder der anfängliche Aktienpreis ist $100 und die Implementierungskosten sind oder Ausübungspreis ist $100 mit einer Laufzeit von 5 Jahren. Der jährliche risikofreie Renditensatz ist 5% und die historische, vergleichbare oder zukünftige erwartete jährliche Volatilität ist 10%. Klicken Sie auf *AUSFÜHREN* (oder Alt-R) und es wird ein 100-Schritt Binomialverband berechnet, dessen Ergebnisse einen Wert von $23.3975 sowohl für die europäischen als auch die amerikanischen Kaufoptionen anzeigen. Die Benchmarkwerte werden auch berechnet, unter Verwendung sowohl von Black-Scholes- und partielle differenzielle geschlossene Form amerikanische Approximationsmodelle als auch von Standard Plain Vanilla Binomial amerikanischen und Binomial europäischen Kauf- und Verkaufsoptionen mit 1000-Schritte Binomialverbände. Bitte bemerken Sie, dass nur amerikanische und europäische Optionen ausgewählt sind und dass die berechneten Ergebnisse nur für diese einfachen Plain Vanilla amerikanischen und europäischen Kaufoptionen gelten.

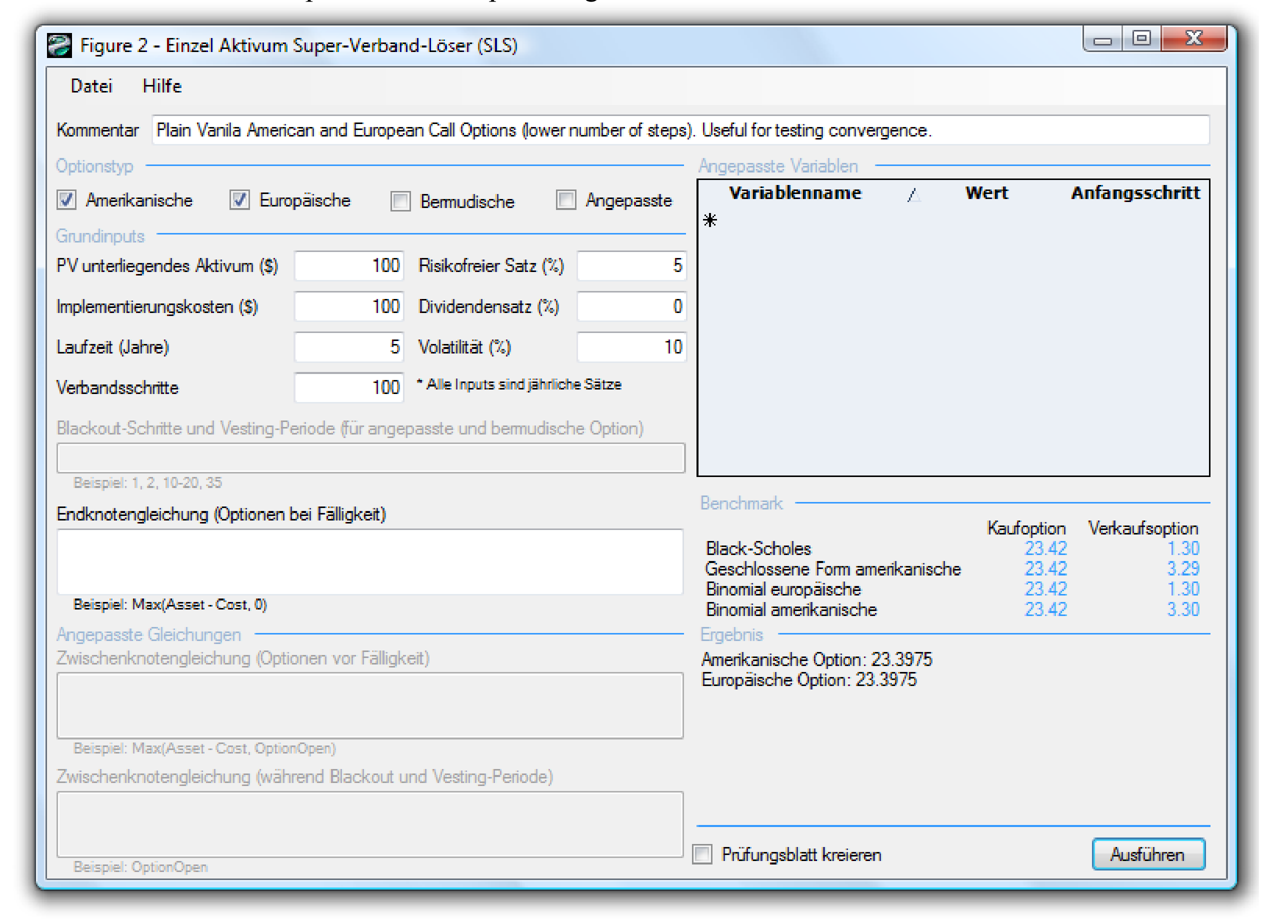


Bild 2 – SLS Ergebnisse einer einfachen europäischen und amerikanischen Kaufoption

Die Benchmarkergebnisse verwenden sowohl geschlossene Form Modelle (Black-Scholes und geschlossene Form Approximationsmodelle) als auch 1000-Schritte Binomialverbände auf Plain Vanilla Optionen. Sie können die Schritte in der Sektion Grundinputs zu *1000* ändern, um zu verifizieren dass die berechneten Lösungen äquivalent zu den Benchmarks sind, wie im Bild 3 angezeigt. Bitte bemerken Sie, dass die berechneten Werte für die amerikanischen und europäischen Optionen, selbstverständlich identisch miteinander und mit den Benchmarkwerten von $23.4187 sind, da es nie Optimal ist, eine Standard Plain Vanilla Kaufoption frühzeitig auszuüben wenn es keine Dividenden gibt. Seien Sie sich bewusst, natürlich, dass je höher die Anzahl der Verbandsschritte sind, desto länger braucht man, um die Ergebnisse zu berechnen. Es wird angeraten mit einer niedrigen Anzahl von Verbandsschritten zu beginnen, um sicher zu sein dass die Analyse robust ist, und erst dann die Verbandsschritte stufenweise zu erhöhen, um die Konvergenz der Ergebnisse zu prüfen. Sehen Sie den Anhang A, über die Konvergenzkriterien der Verbände für mehr Details über die Konvergenz der Binomialverbände bezüglich der für eine robuste Optionsbewertung benötigten Verbandsschritte.

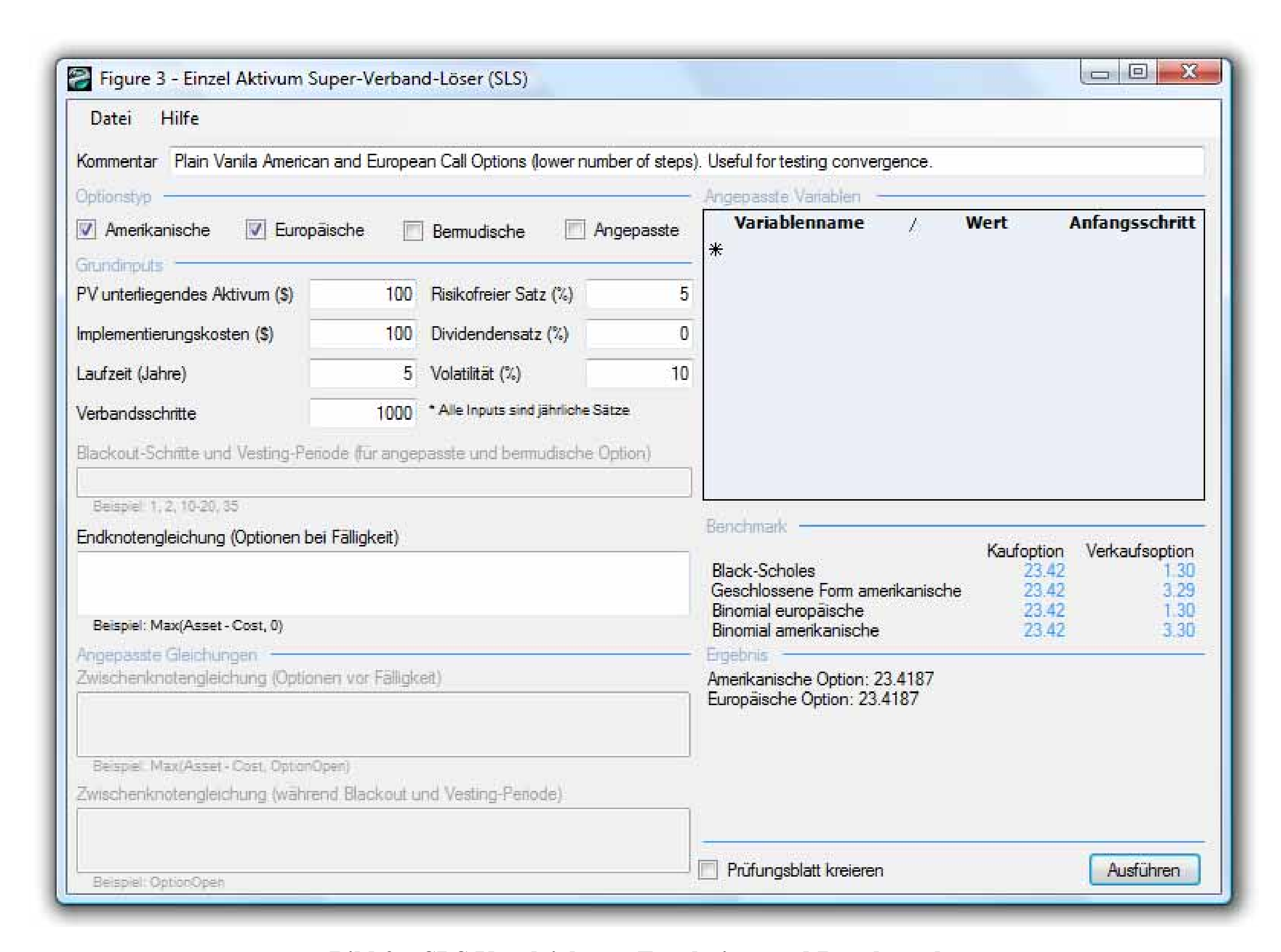


Bild 3 – SLS Vergleich von Ergebnisse und Benchmarks

Anderenfalls können Sie eine End- und eine Zwischengleichung für eine Kaufoption eingeben, um die gleichen Ergebnisse zu bekommen. Bitte bemerken Sie, dass die Verwendung von 100 Schritten und die Kreierung Ihrer eigenen Endgleichung von *Max(Aktivum-Kosten,0)* und Zwischengleichung von *Max(Aktivum-Kosten,OptionOffen)* die gleiche Lösung ergeben wird. Wenn Sie Ihre eigenen Gleichungen eingeben, vergewissern Sie sich, dass das Feld Angepasste Option aktiviert ist.

Wenn Sie Ihre eigenen Gleichungen eingeben, vergewissern Sie sich, dass das Feld Angepasste Option erst aktiviert ist

Das Bild 4 stellt dieses Verfahren dar. Bitte bemerken Sie, dass der Wert von $23.3975 im Bild 4 mit dem Wert im Bild 2 übereinstimmt. Die Endgleichung ist die Berechnung die bei der Fälligkeit stattfindet, während die Zwischengleichung die Berechnung ist, die in allen Perioden vor der Fälligkeit stattfindet und wird unter Verwendung von Rückwärtsinduktion berechnet. Der Begriff "*OptionOffen*" repräsentiert " die Option offen halten," und ist oft in der Zwischengleichung verwendet, wenn man die Tatsache, dass man die Option nicht ausübt sondern für eine eventuelle zukünftige Ausübung offen lässt, analytisch repräsentiert. Daher, im Bild 4, repräsentiert die Zwischengleichung von *Max(Aktivum-Kosten,OptionOffen)* die Profitmaximierungsentscheidung zwischen der Ausübung der Option und dem Offenhalten der Option für eine eventuelle zukünftige Ausübung. Im Gegensatz, repräsentiert die Endgleichung von *Max(Aktivum-Kosten,0)* die Profitmaximierungsentscheidung bei Fälligkeit zwischen der Ausübung der Option, wenn sie Im Geld ist, und ihrer wertlosen Ablauf, wenn sie Am Geld oder Aus dem Geld ist.

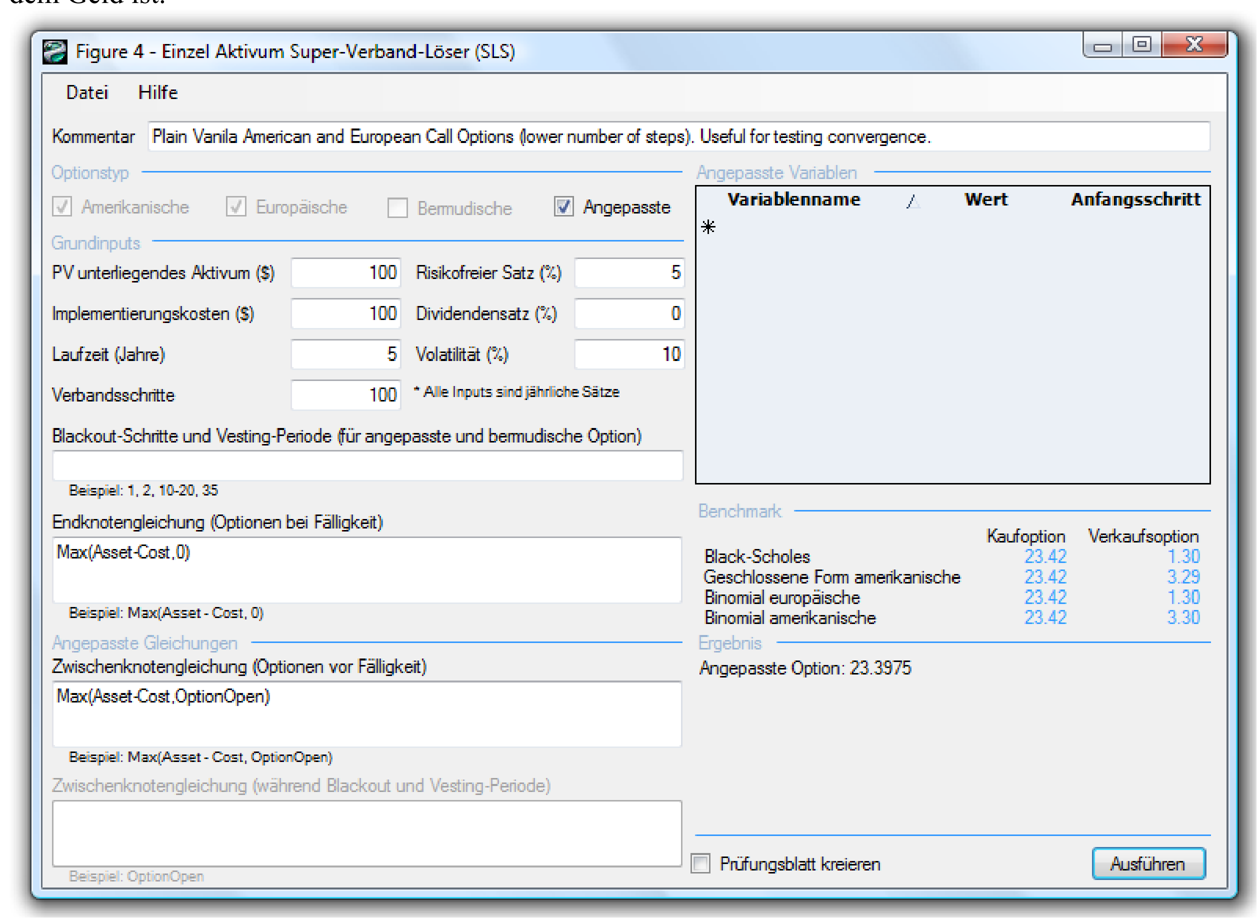


Bild 4 – Inputs für die angepasste Gleichung

Sie können außerdem ein Prüfungstabellenblatt in Excel kreieren, um einen Beispielsbinomialverband mit 10 Schritten anzuschauen, indem Sie das Feld *Prüfungstabellenblatt generieren* aktivieren. Zum Beispiel, wenn Sie die Beispielesdatei *Plain Vanilla Kaufoption I* laden und das Feld aktivieren, kreieren Sie ein Prüfungsblatt wie im Bild 5 angezeigt. Es gibt verschiedene Einzelheiten bezüglich dieses Prüfungstabellenblatts die man bemerken sollte:

- Das generierte Prüfungstabellenblatt wird die ersten 10 Schritte des Verbandes anzeigen, unabhängig von der Anzahl der von Ihnen eingegebenen Schritte. Das heißt, wenn Sie 1000 Schritte eingeben, werden die ersten 10 Schritte generiert. Wenn Sie einen kompletten Verband benötigen, geben Sie einfach 10 Schritte in SLS ein und der volle 10-Schritt Verband wird stattdessen generiert. Die Zwischenberechnungen und Ergebnisse sind für den Super-Verband, basierend auf der Anzahl der eingegebenen Schritte und nicht auf dem generierten 10-Schritte Verband. Um die Zwischenberechnungen für 10-Schritte Verbände zu erhalten, führen Sie einfach die Analyse wieder durch und geben Sie 10 als die Verbandsschritte ein. Auf diese Weise wird das generierte Prüfungstabellenblatt für einen 10-Schritte Verband sein und die Ergebnisse vom SLS sind jetzt vergleichbar (Bild 6).
- Das Tabellenblatt liefert nur Werte, da angenommen wird, dass der Benutzer derjenige war, der die End- und Zwischengleichungen eingegeben hat. Deshalb ist es wirklich nicht nötig, diese Gleichungen nochmals in Excel wieder zu kreieren. Der Benutzer kann immer die SLS-Datei wieder laden und die Gleichungen anschauen oder das Formblatt ausdrucken wenn benötigt (auf *Datei | Drucken* klicken).

Diese Software erlaubt es Ihnen auch Analysedateien zu speichern oder zu öffnen. Das heißt, alle Inputs in die Software werden gespeichert und können für spätere Verwendung aufgerufen werden. Die Ergebnisse werden nicht gespeichert, weil Sie versehentlich einen Input löschen oder ändern könnten und die Ergebnisse würden nicht mehr Gültig sein. Außerdem dauert die Wiederdurchführung der Berechnungen des Super-Verbandes nur einige Sekunden und es ist immer empfehlenswert das Modell wieder durchzuführen, wenn Sie eine alte Analysedatei öffnen.

Sie können auch die Blackout-Schritte eingeben. Diese sind die Schritte des Super-Verbandes die ein anderes Verhalten als die End- und Zwischenschritte erweisen. Zu Beispiel, sie können *1000* für die Verbandsschritte und *0-400* für die Blackoutschritte eingeben, und eine bestimmte Blackoutgleichung (z.B., *OptionOffen*) eingeben. Das heißt, dass der Optionsinhaber die Option für die ersten 400 Schritte nur Offen halten kann. Andere Beispiele sind das Eingeben von *1, 3, 5, 10*, wenn diese die Schritte sind wo Blackoutperioden stattfinden. Sie müssen die entsprechenden Schritte innerhalb des Verbands berechnen, wo das Blackout stattfindet. Zum Beispiel, wenn das Blackout in den Jahren 1 und 3 in einem 10-jährigen Verband mit 10 Schritten stattfindet, dann werden die Schritte 1 und 3 die Blackoutdaten sein. Diese Blackoutschritteigenschaft ist nützlich, wenn man Optionen mit Halte-Perioden, Vesting-Perioden oder Perioden wo die Option nicht ausgeübt werden kann analisiert. Belegschaftsaktienoptionen besitzen Blackout- und Vesting-Perioden, und bestimmte vertragliche reelle Optionen haben Perioden wo die Option nicht ausgeübt werden kann (z.B., Beruhigungsfristen oder Machbarkeitsnachweisperioden).

Wenn Gleichungen im Feld Endgleichung eingegeben und amerikanische, europäische oder bermudische Optionen ausgewählt werden, wird die von Ihnen eingegebene Endgleichung in dem Super-Verband als die Endknoten verwendet. Allerdings, für die Zwischenknoten, wird die amerikanische Option die gleiche Endgleichung plus die Fähigkeit die Option Offen zu halten annehmen; die europäische Option wird annehmen, dass man die Option nur Offen halten und nicht ausüben kann; während die bermudische Option annehmen wird, dass man während der Blackoutverbandsschritte die

Option Offen hält und nicht ausüben kann. Wenn Sie die Zwischengleichung eingeben möchten, sollten Sie zuerst die Angepasste Option auswählen (sonst können Sie das Feld Zwischengleichung nicht verwenden). Das Ergebnis der angepassten Option wird alle Gleichungen verwenden, die Sie in den Feldern End-, Zwischen- und Zwischengleichungen mit Blackout eingegeben haben.

Die Liste der angepassten Variablen ist wo Sie angepasste Variablen, also die über den Grundinputs erforderten Variablen, hinzufügen, modifizieren oder löschen können. Zum Beispiel, wenn Sie eine Abbruchsoption ausführen, benötigen Sie den Restwert. Sie können diesen Wert der Liste der angepassten Variablen hinzufügen, ihm einen Namen (der Name einer Variable muss ein einzelnes Wort ohne Leerstellen sein) und den entsprechenden Wert geben, und den Anfangsschritt bei dem der Wert wirksam wird festlegen. Das heißt, wenn Sie mehrfache Restwerte haben (sprich, wenn Restwerte sich mit der Zeit ändern), können Sie denselben Variablennamen mehrmals eingeben (z.B., *Restwert*), aber der Wert wird sich bei jedes Mal ändern und Sie können bestimmen, wann der entsprechende Restwert wirksam werden soll. Zum Beispiel, in einem 10-jährigen Super-Verband-Problem mit 100 Schritten, wo es zwei Restwerte gibt ($100 finden während der ersten 5 Jahren statt und erhöhen sich auf $150 am Anfand des 6. Jahres), können Sie die zwei Restwertvariablen mit dem gleichen Namen eingeben: $100 mit einem Anfangsschritt von 0 und $150 mit einem Anfangsschritt von 51. Seien Sie vorsichtig an dieser Stelle, weil das Jahr 6 beim Schritt 51 und nicht 61 anfängt. Das heißt, für eine 10-jährige Option mit 100 Verbandsschritten, haben wir: Schritte 1–10 = Jahr 1; Schritte 11–20 = Jahr 2; Schritte 21–30 = Jahr 3; Schritte 31–40 = Jahr 4; Schritte 41–50 = Jahr 5; Schritte 51–60 = Jahr 6; Schritte 61–70 = Jahr 7; Schritte 71–80 = Jahr 8; Schritte 81–90 = Jahr 9; and Schritte 91–100 = Jahr 10. Letztlich, wenn Sie 0 als einen Blackoutschritt einarbeiten, heißt das, dass die Option nicht sofort ausgeübt werden kann.

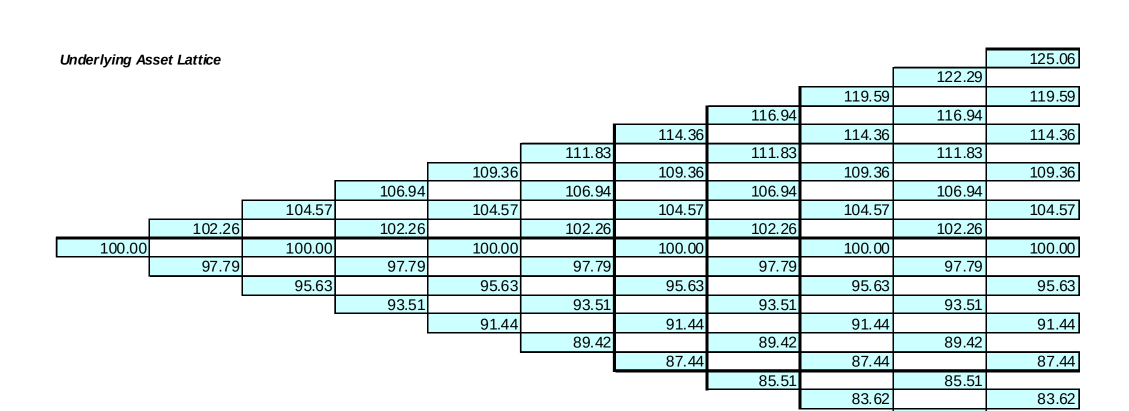
Der Name einer angepassten Variable muss ein einzelnes ununterbrochenes Wort sein

Option Valuation Audit Sheet

Assumptions	
PV Asset Value ($)	$100.00
Implementation Cost ($)	$100.00
Maturity (Years)	5.00
Risk-free Rate (%)	5.00%
Dividends (%)	0.00%
Volatility (%)	10.00%
Lattice Steps	100
Option Type	European

Intermediate Computations	
Stepping Time (dt)	0.0500
Up Step Size (up)	1.0226
Down Step Size (down)	0.9779
Risk-neutral Probability	0.5504
Results	
Auditing Lattice Result (10 steps)	23.19
Super Lattice Results)	23.40

Terminal Equation
Intermediate Equation
Intermediate Equation (Blackouts)



Underlying Asset Lattice

										125.06
									122.29	
								119.59		119.59
							116.94		116.94	
						114.36		114.36		114.36
					111.83		111.83		111.83	
				109.36		109.36		109.36		109.36
			106.94		106.94		106.94		106.94	
		104.57		104.57		104.57		104.57		104.57
	102.26		102.26		102.26		102.26		102.26	
100.00		100.00		100.00		100.00		100.00		100.00
	97.79		97.79		97.79		97.79		97.79	
		95.63		95.63		95.63		95.63		95.63
			93.51		93.51		93.51		93.51	
				91.44		91.44		91.44		91.44
					89.42		89.42		89.42	
						87.44		87.44		87.44
							85.51		85.51	
								83.62		83.62
									81.77	
										79.96

Option Valuation Lattice

										45.33
									42.81	
								40.35		39.96
							37.97		37.58	
						35.66		35.27		34.87
					33.43		33.04		32.64	
				31.27		30.88		30.49		30.09
			29.18		28.80		28.41		28.02	
		27.18		26.79		26.41		26.02		25.64
	25.25		24.87		24.49		24.11		23.73	
23.40		23.03		22.65		22.28		21.90		21.52
	21.26		20.90		20.53		20.16		19.79	
		19.22		18.86		18.50		18.14		17.77
			17.28		16.93		16.58		16.22	
				15.45		15.10		14.76		14.41
					13.71		13.38		13.05	
						12.09		11.77		11.45
							10.58		10.27	
								9.19		8.89
									7.91	
										6.74

Bild 5 – SLS generiertes Prüfungstabellenblatt

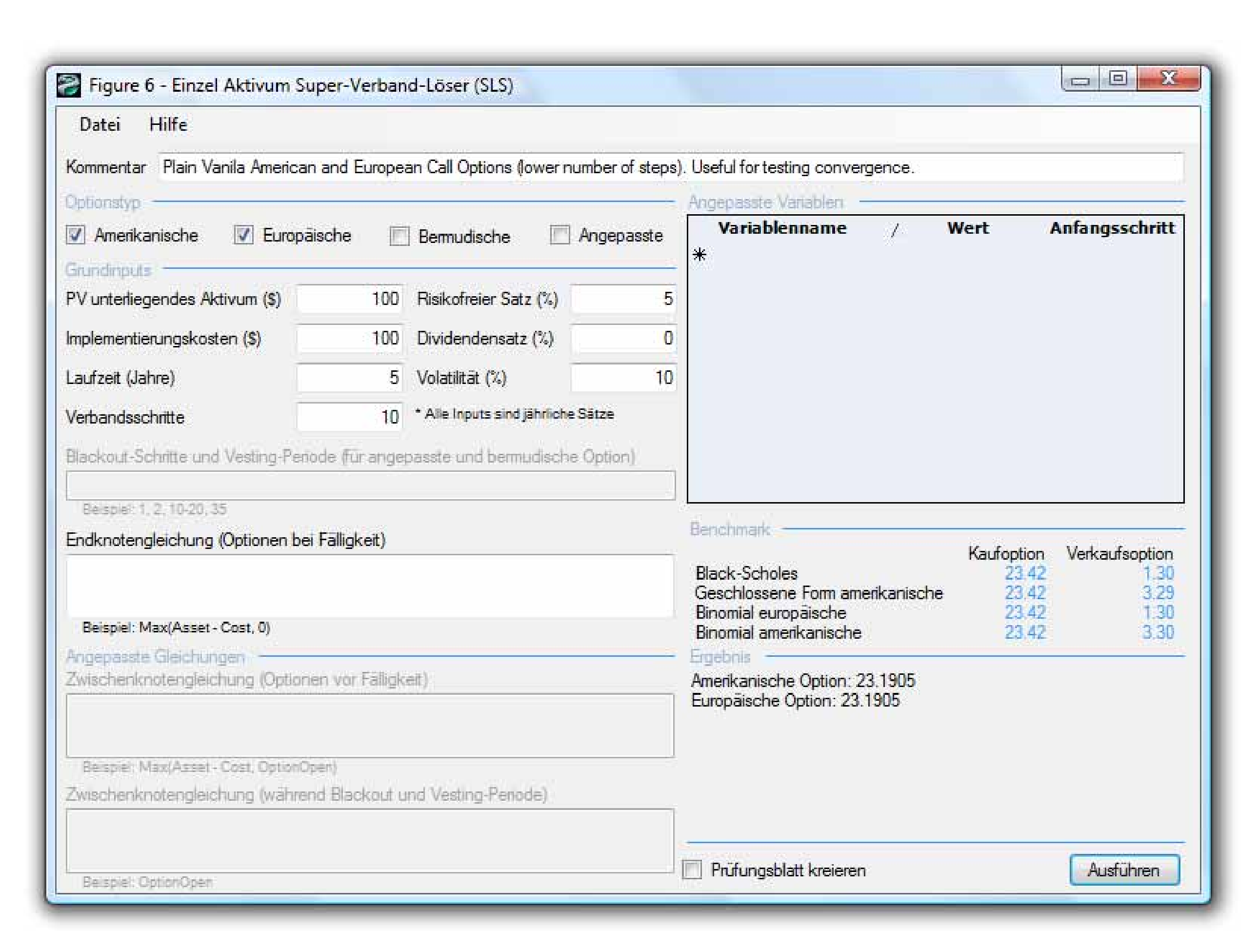


Bild 6 – SLS Ergebnisse mit einem 10-Schritten Verband

Mehrfache Aktiva Super-Verband-Löser (MSLS)

Der MSLS ist eine Erweiterung des SLS indem man den MSLS verwenden kann, um Optionen mit mehrfachen unterliegenden Aktiva und mehrfachen Phasen zu lösen. Der MSLS erlaubt es dem Benutzer sowohl mehrfache unterliegende Aktiva als auch mehrfache Bewertungsverbände einzugeben. Diese Bewertungsverbände können benutzerdefinierte angepasste Variablen aufrufen. Es folgen einige Beispiele von Optionstypen die man unter Verwendung des MSLS lösen kann:

- ***Sequenzielle Compound-Optionen (Zwei-, Drei- und Mehrphasige sequenzielle Optionen)***
- ***Simultane Compound-Optionen (mehrfache Aktiva mit mehrfachen simultanen Optionen)***
- ***Chooser- und Switching-Optionen (Auswahl zwischen mehreren Optionen und unterliegenden Aktiva)***
- ***Floating-Optionen (Auswahl zwischen Calls und Puts)***
- ***Mehrfache Aktiva Optionen (3D Binomialoptionsmodelle)***

Die Software MSLS hat mehrere Felder, einschließlich *Laufzeit* und *Kommentar*. Der Wert Laufzeit ist ein globaler Wert für die gesamte Option, unabhängig von der Anzahl der existierenden Unterliegende- oder Bewertungsverbände. Das Feld Kommentar ist für Ihre eigenen Notizen zur Beschreibung des von Ihnen aufzubauenden Models. Es gibt auch ein Feld *Blackout- und Vesting-Periodeschritte* und eine Liste der *Angepassten Variablen,* ähnlich wie im SLS. Der MSLS erlaubt es Ihnen auch Prüfungstabellenblätter zu kreieren. Bitte bemerken Sie auch, dass die Benutzeroberfläche in Größe veränderbar ist (z.B., Sie können auf die rechte Seite des Kastens klicken und sie ziehen, um den Kasten auszubreiten).

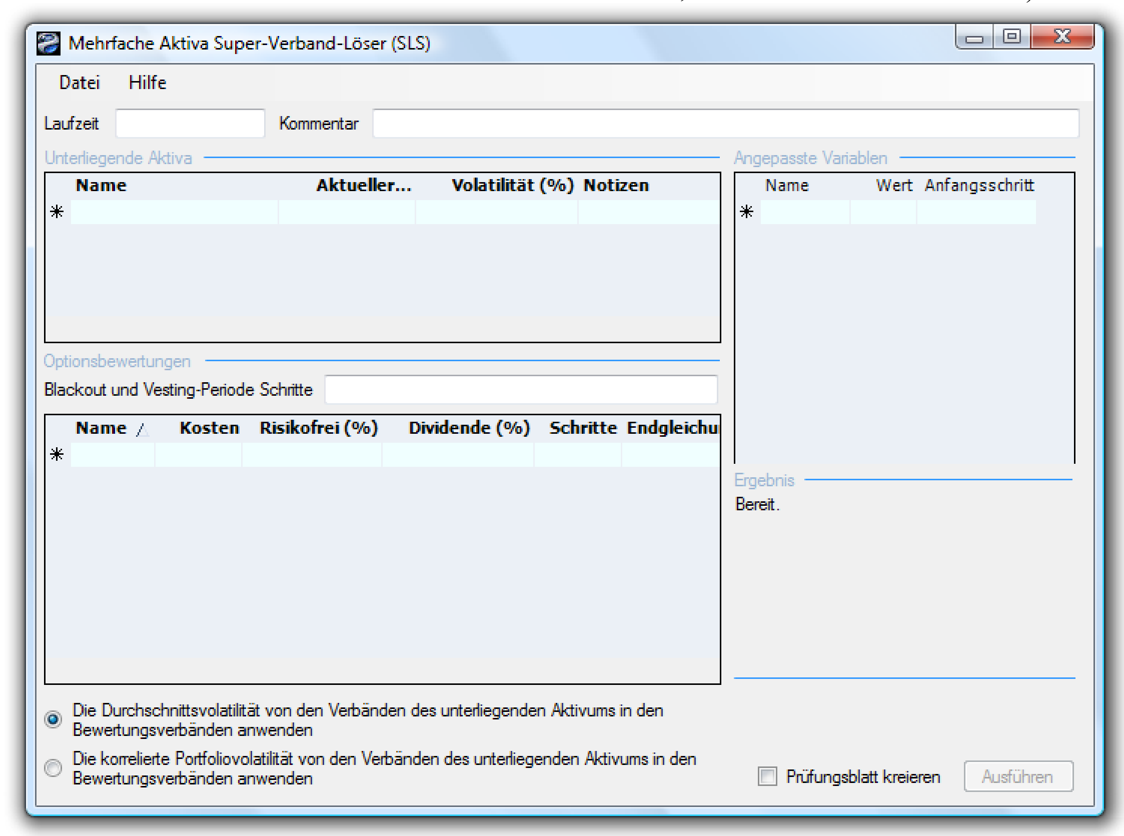


Bild 8 – Mehrfache Super-Verband-Löser (SLS)

Es folgt ein einfaches Beispiel, um die Leistung des MSLS zu erläutern. Klicken Sie auf *Start | Programme | Real Options Valuation | Real Options SLS | Real Options SLS.* Im *Hauptbildschirm* klicken Sie auf *Neues mehrfache Aktiva Optionsmodel* und dann wählen Sie *Datei | Beispiele | Einfache Zweiphasige sequenzielle Compound-Option.* Das Bild 9 zeigt das geladene MSLS-Beispiel. In diesem einfachen Beispiel wird ein einzelnes unterliegendes Aktivum mit zwei Bewertungsphasen kreiert.

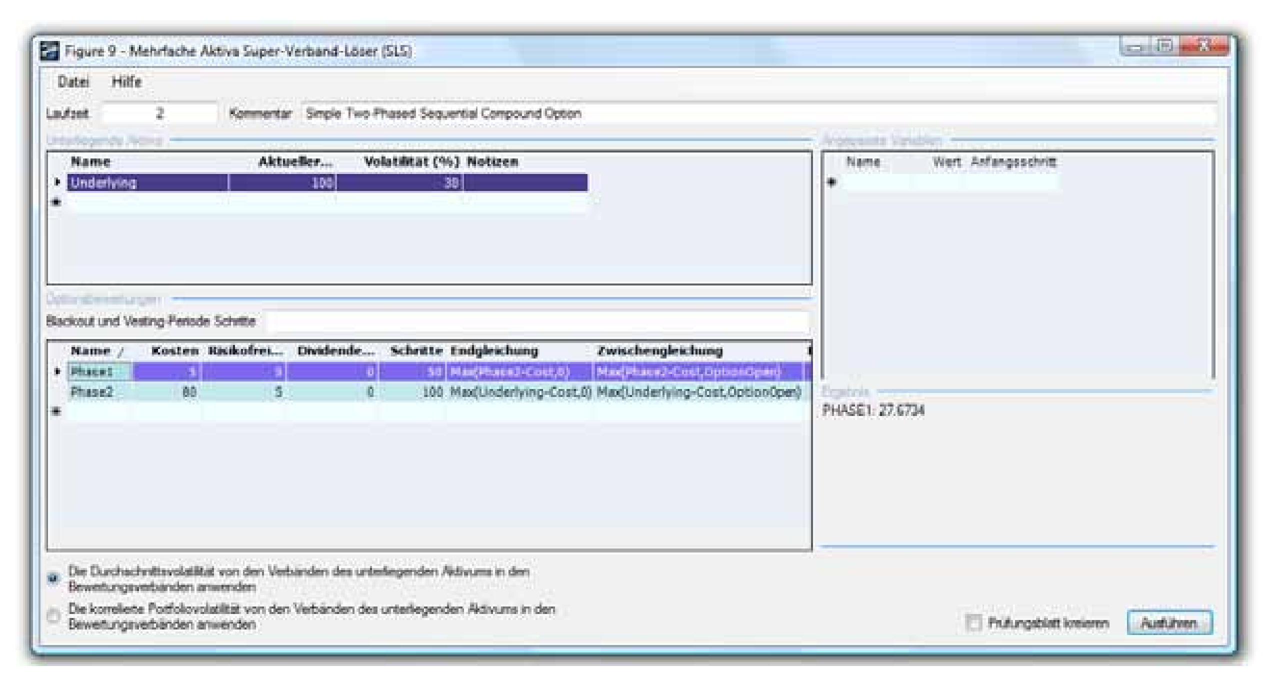


Bild 9 – MSLS Lösung einer einfachen Zweiphasigen sequenziellen Compound-Option

Der Strategiebaum für diese Option ist im Bild 10 angezeigt. Das Projekt wird in zwei Phasen ausgeführt – die erste Phase innerhalb des ersten Jahres kostet \$5 Millionen, während die zweite Phase innerhalb zwei Jahren, aber nur nachdem die erste Phase ausgeführt wurde, \$80 Millionen kostet, beide in Gegenwartswertdollar. Das PV (Gegenwartswert) Aktivum des Projektes ist \$100 Millionen (Nettogegenwartswert (NPV) ist daher \$15 Millionen) und steht einer Volatilität von 30% in seinen Cashflows gegenüber (siehe den Anhang über die Volatilität für die entsprechenden Volatilitätsberechnungen). Der berechnete strategische Wert unter Verwendung des MSLS ist \$27.67 Millionen, was anzeigt, dass es einen Optionswert von \$12.67 Millionen gibt. Das heißt, dass die Ausweitung und die Durchführung der Investition in zwei Phasen einen bedeutenden Wert besitzt (einen erwarteten Wert von \$12.67 Millionen, um genau zu sein). Siehe die Sektionen über Compound-Optionen für mehr Beispiele und Auswertung von Ergebnisse.

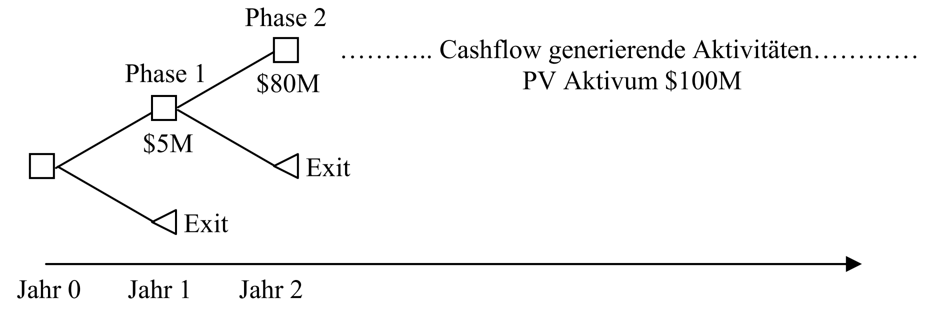


Bild 10 – Strategiebaum für eine Zweiphasige sequenzielle Compound-Option

Multinomial-Verband-Löser

Der *Multinomial-Verband-Löser* (MNLS) ist ein weiteres Modul der Software Real Options Super-Verband-Löser. Der MNLS wendet Multinomialverbände an - wobei mehrfache Verzweigungen von jedem Knoten abstammen – wie etwa Trinomiale (drei Verzweigungen), Quadranomiale (vier Verzweigungen) und Pentanomiale (fünf Verzweigungen). Das Bild 11 zeigt das MNLS-Modul an. Das Modul hat ein Feld Grundinputs, wo alle die gemeinsamen Inputs für die Multinomiale aufgelistet sind. Dann gibt es vier Felder mit vier verschiedenen Multinomialanwendungen, komplett mit den zusätzlichen erforderlichen Inputs und Ergebnissen für sowohl amerikanischen als auch europäischen Kauf- und Verkaufsoptionen. Um diesem einfachen Beispiel zu folgen, klicken Sie im *Hauptbildschirm* auf *Neues Multinomialoptionsmodell*, wählen Sie *Datei* | *Beispiele* | *Trinomiale amerikanische Kaufoption*, stellen Sie die Dividende auf 0% ein und dann drücken Sie auf Ausführen.

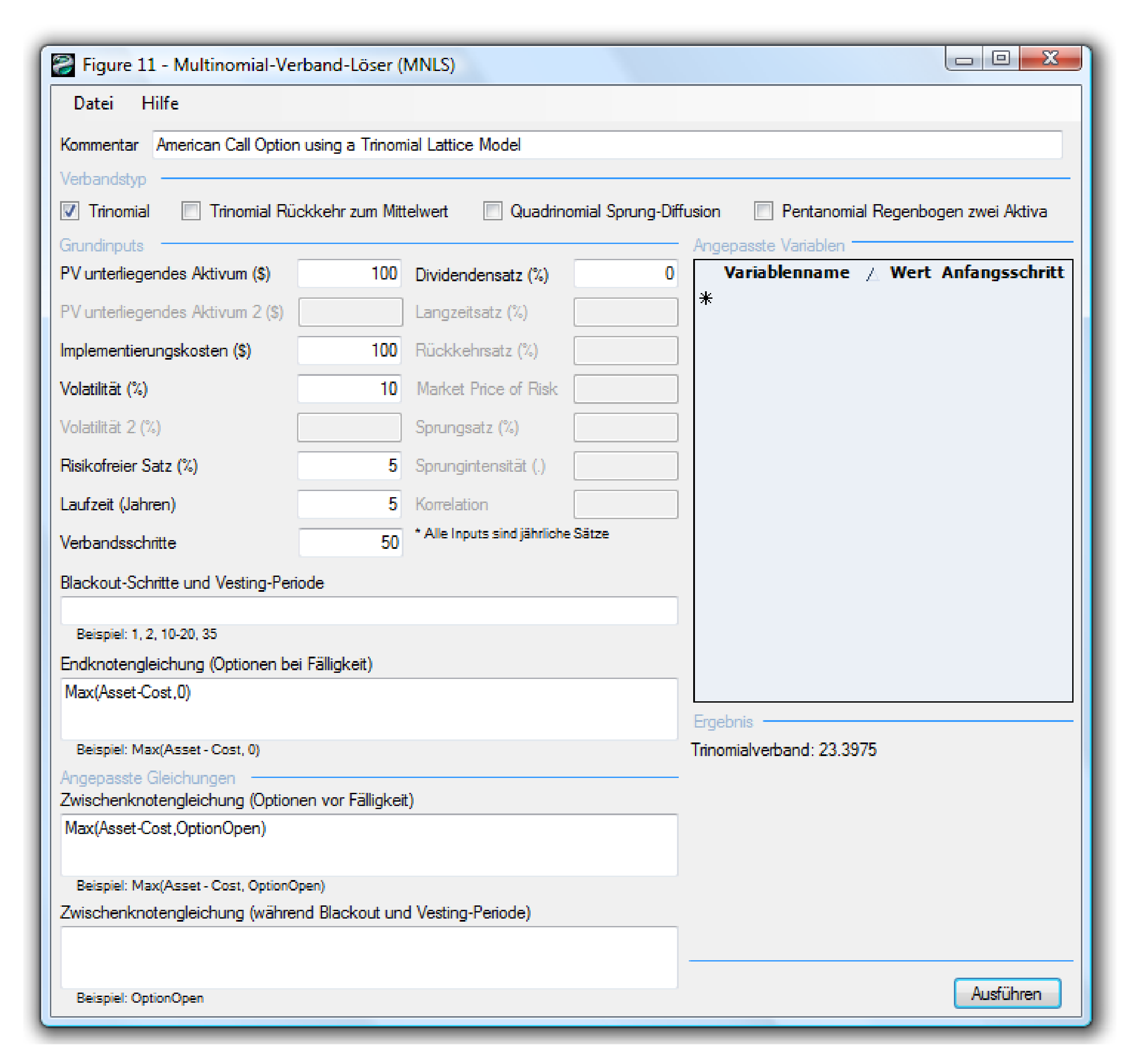


Bild 11 – Multinomial-Verband-Löser

Das Bild 11 zeigt eine Beispielsberechnung einer Kauf- und Verkaufsoption unter Verwendung von Trinomialverbänden. Bitte bemerken Sie, dass die im Bild 11 angezeigten Ergebnisse unter Verwendung eines 50-Schritte Verbandes identisch mit den im Bild 2 angezeigten Ergebnissen unter Verwendung eines 100-Schritte Binomialverbandes sind. In der Tat, ein Trinomialverband oder irgendein anderer Multinomialverband liefern identische Lösungen wie ein Binomialverband an der Grenze, aber die Konvergenz wird schneller bei niedrigeren Stufen erreicht. Da beide identische Ergebnisse an der Grenze liefern, aber Trinomiale viel schwieriger zu berechnen sind und eine längere Berechnungszeit benötigen, wird stattdessen in der Praxis normalerweise der Binomialverband verwendet. Dennoch, die Berechnungszeiten sind nur Sekunden, wenn man die Software SLS verwendet, was dieses normalerweise schwer auszuführende Model nahezu augenblicklich berechenbar macht. Allerdings wird ein Trinomial nur unter einem speziellen Umstand erfordert: wenn das unterliegende Aktivum einem Verfahren mit Rückkehr zum Mittelwert folgt.

Mit der gleichen Logik, Quadranomial- und Pentanomial- liefern identische Ergebnisse wie Binomialverbände, mit der Ausnahme, dass man diese Multinomialverbände verwenden kann, um die folgenden speziellen Begrenzungsbedingungen zu lösen:

- Trinomial: Ergebnisse sind identisch mit Binomial und sind am besten geeignet, wenn angewendet, um unterliegende Aktiva mit Rückkehr zum Mittelwert zu lösen.
- Quadranomial: Ergebnisse sind identisch mit Binomial und sind am besten geeignet, wenn angewendet, um Optionen zu lösen, deren unterliegende Aktiva einem Verfahren mit Sprung-Diffusion folgen.
- Pentanomial: Ergebnisse sind identisch mit Binomial und sind am besten geeignet, wenn angewendet, um zwei miteinander kombinierte unterliegende Aktiva zu lösen, die Regenbogen-Optionen genannt sind. Zum Beispiel, der Preis und die Menge werden multipliziert, um die Gesamteinnahmen zu erhalten, aber Preis und Menge folgen jeder einem anderen unterliegenden Verband mit seiner eigenen Volatilität, aber beide unterliegenden Parameter könnten gegenseitig bedingt sein).

Siehe die Sektionen über Optionen mit Rückkehr zum Mittelwert, Optionen mit Sprung-Diffusion und Regenbogen-Optionen für mehr Details, Beispiele und Auswertung von Ergebnissen. Außerdem, genau wie bei den Modulen Einzel Aktivum Verbände und Mehrfache Aktiva Verbände, können Sie diese Multinomialverbände anpassen, indem Sie Ihre eigenen angepassten Gleichungen und Variablen verwenden.

SLS Verband-Erzeuger

Das Modul Verband-Erzeuger ist in der Lage Binomialverbände und Entscheidungsverbände mit sichtbaren Formeln in einem Exceltabellenblatt (er ist mit Excel XP, 2003 und 2007 kompatibel) zu generieren. Das Bild 12 zeigt eine Beispielsoption die unter Verwendung dieses Moduls generiert wurde. Das Bild zeigt die Inputs des Moduls (Sie erhalten dieses Modul durch das Klicken auf *Ein Verband kreieren* im *Hauptbildschirm*) und den daraus folgenden Outputverband. Bitte bemerken Sie, dass die sichtbaren Gleichungen mit einem existierenden Tabellenblatt verknüpft sind, was heißt, dass dieses Modul nützlich sein wird, wenn man Monte-Carlo-Simulationen durchführt oder wenn man es verwendet, um mit und von anderen Tabellenblattmodellen zu verknüpfen. Die Ergebnisse können auch als Präsentation und als Lernhilfsmittel verwendet werden, um einen Einblick in die analytische Blackbox der Binomialverbände zu bekommen. Zu guter Letzt ist auch ein Entscheidungsverband verfügbar, mit spezifischen Entscheidungsknoten welche die erwarteten optimalen Ausübungszeiten von bestimmten Optionen in diesem Modul anzeigen. Die von diesem Modul generierten Ergebnisse sind identisch mit denen die unter Verwendung der SLS- und Excel-Funktionen generiert wurden, besitzen aber den zusätzlichen Vorteil eines sichtbaren Verbandes (man kann Verbände mit bis zu 200 Schritten mit diesem Modul generieren).

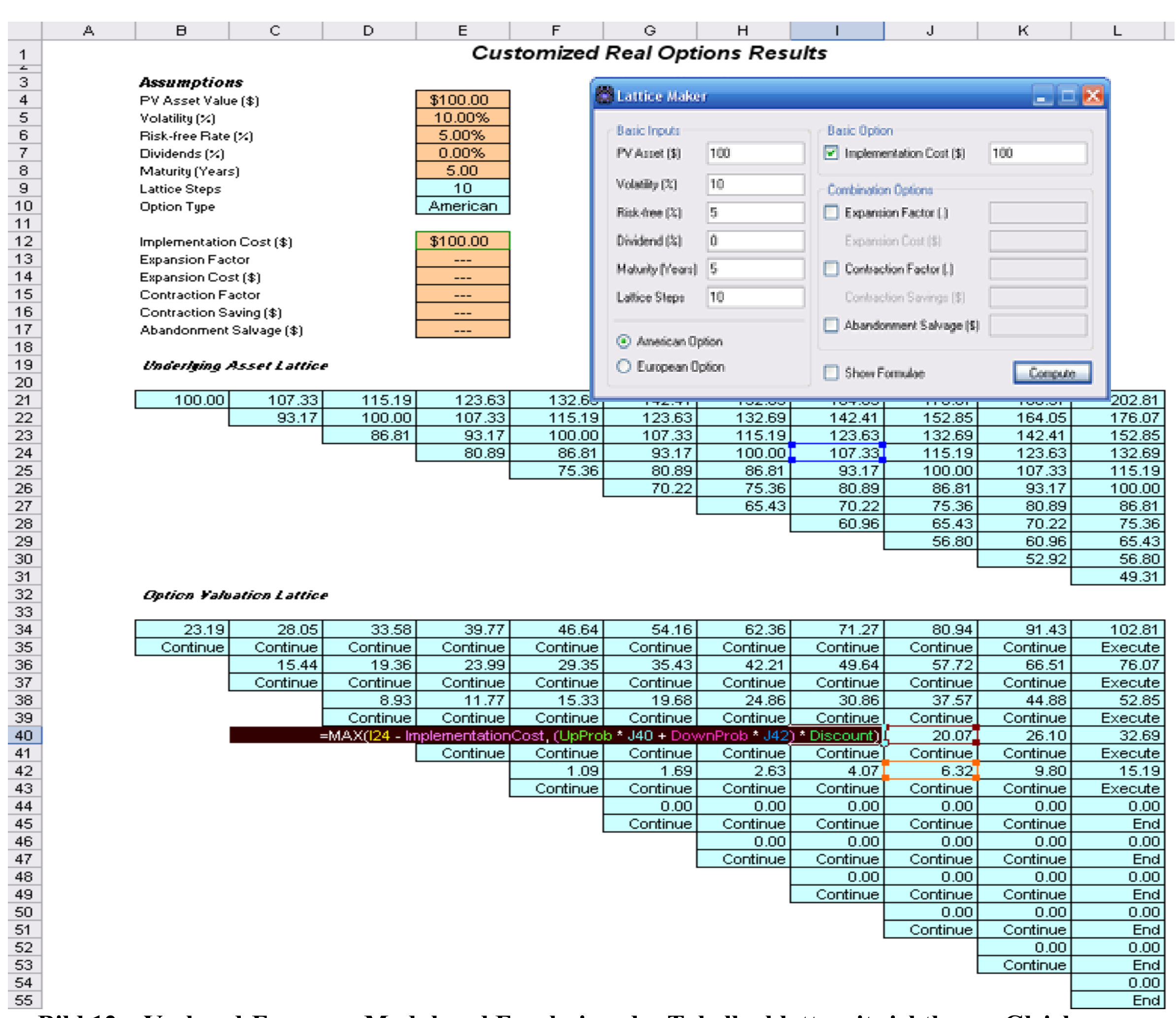


Bild 12 – Verband-Erzeuger-Modul und Ergebnisse des Tabellenblatts mit sichtbaren Gleichungen

SLS-Excel-Lösung (SLS-, MSLS- und wechselnde Volatilität Modelle in Excel)

Die Software SLS erlaubt es Ihnen auch Ihre eigenen Modelle in Excel unter Verwendung von angepassten Funktionen zu kreieren. Dies ist eine wichtige Funktionalität, weil bestimmte Modelle eine Verknüpfung mit anderen Tabellenblättern oder Datenbanken erfordern könnten, bestimmte Excel-Macros und –Funktionen ausführen müssen oder die Simulation von bestimmten Inputs benötigen, oder weil Inputs im Laufe Ihrer Optionsmodellierung sich ändern könnten. Diese Excel-Kompatibilität gibt Ihnen die Flexibilität Neuerungen innerhalb der Exceltabellenblattumgebung vorzunehmen. Im Besonderem, das Beispielsarbeitsblatt löst das SLS-, das MSLS- und das wechselnde Volatilitäts-Modell.

Um zu erläutern, das Bild 13 zeigt eine angepasste Abbruchsoption die unter Verwendung des SLS gelöst wird (vom *Einzel-Aktivum-Modul*, klicken Sie auf *Datei* | *Beispiele* | *angepasste Abbruchsoption*). Man kann dasselbe Problem unter Verwendung von *SLS-Excel-Lösung* lösen durch das Klicken auf *Start* | *Programme* | *Real Options Valuation* | *Real Options SLS* | *Excel-Lösung*. Die Beispiellösung wird im Bild 14 angezeigt. Bitte bemerken Sie, dass man die gleichen Ergebnisse sowohl mit SLS als auch mit der Datei SLS-Excel-Lösung erhält. Sie können die bereitgestellten Beispiele sich zunutze machen, indem Sie einfach auf *Datei* | *Speichern unter* in Excel klicken und dann die neue Datei für Ihre eigenen Modellierungsbedürfnisse verwenden.

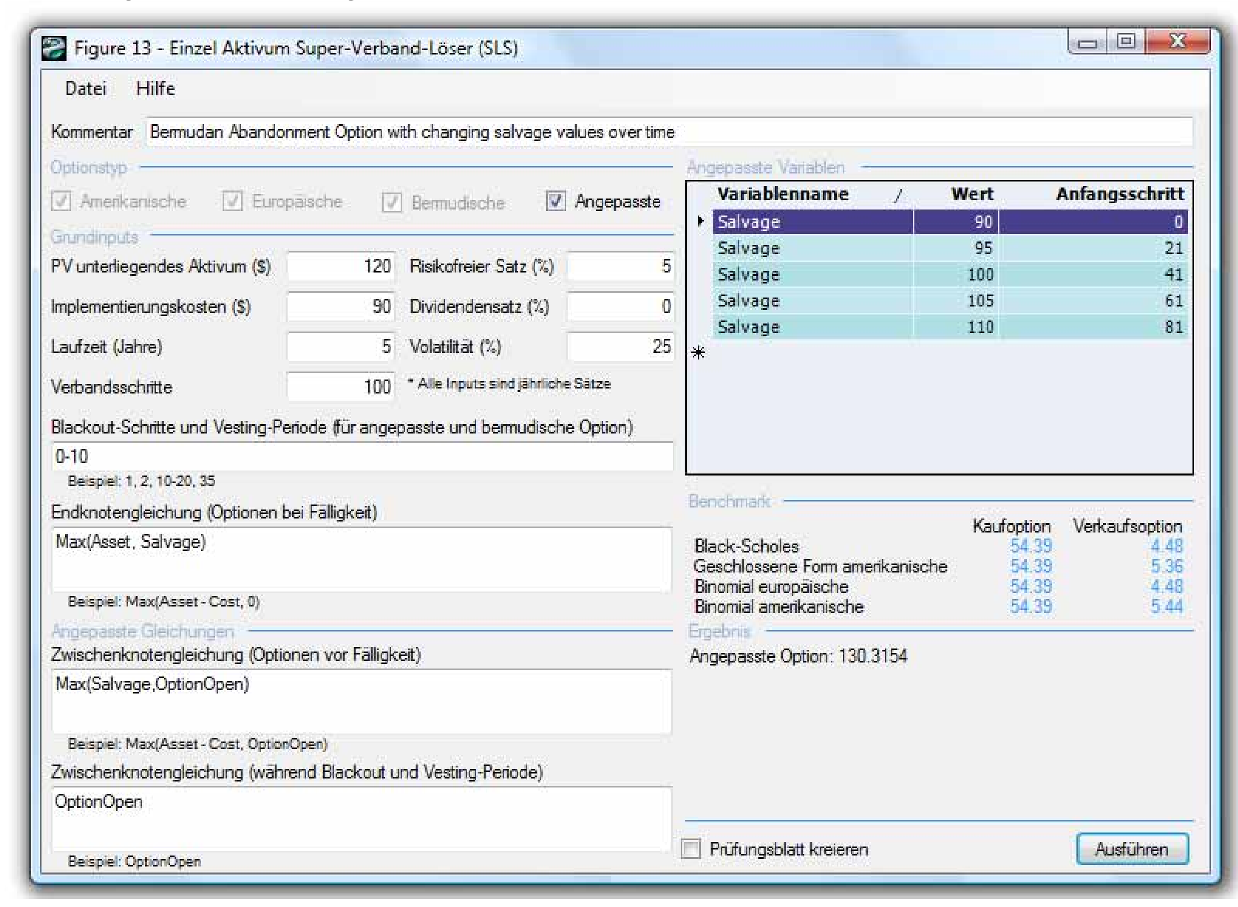


Bild 13 – Angepasste Abbruchsoption unter Verwendung von SLS

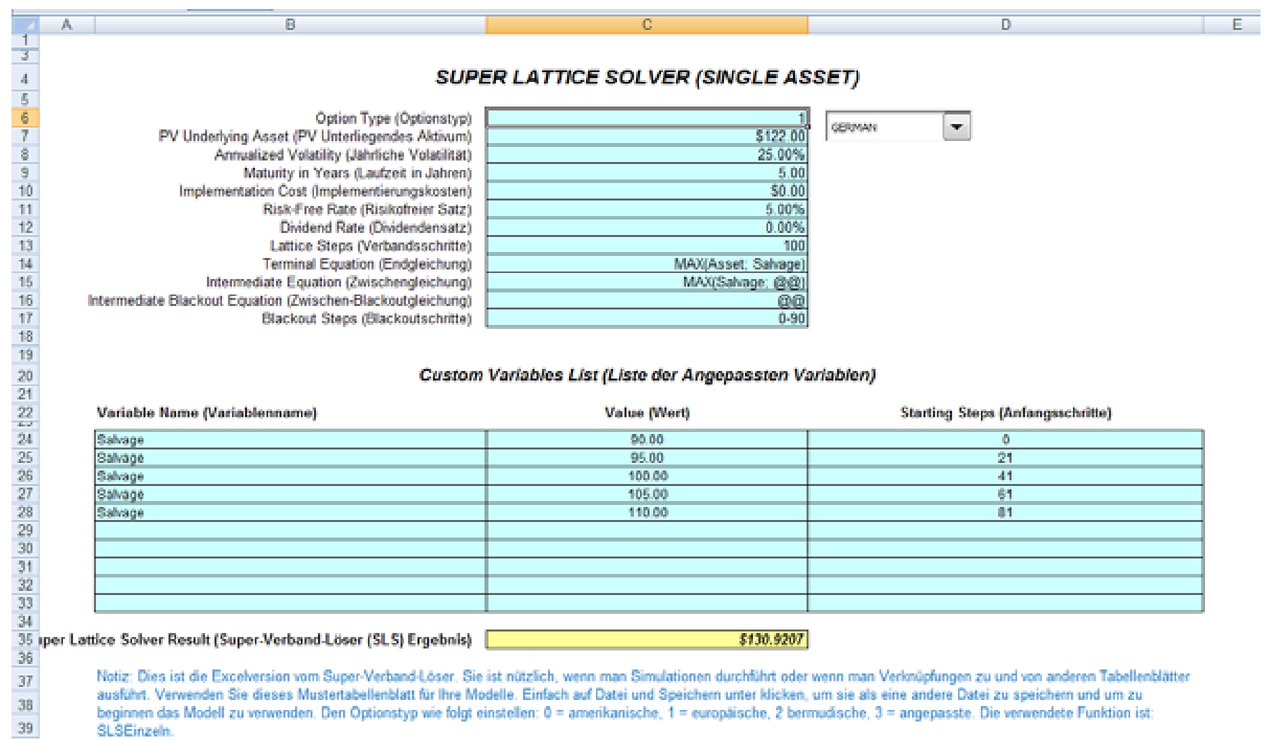


Bild 14 – Angepasste Abbruchsoption unter Verwendung von SLS-Excel-Lösung

Der einzige Unterschied ist, dass die Funktion (Zelle B18 im Bild 14) in Excel-Lösung einen zusätzlichen Input hat, im Besonderen, der *Optionstyp*. Wenn der Optionstypwert auf 0 eingestellt ist, bekommen Sie eine amerikanische Option; 1 für eine europäische Option; 2 für eine bermudische Option; und 3 für eine angepasste Option.

In ähnlicher Weise kann der MSLS auch unter Verwendung von SLS-Excel-Löser gelöst werden. Das Bild 15 zeigt eine komplexe mehrphasige sequenzielle Compound-Option, die unter Verwendung von SLS-Excel-Löser gelöst wird. Die hier angezeigten Ergebnisse sind identisch mit den Ergebnissen die vom MSLS-Modul generiert wurden (Beispielsdatei: *Mehrphasige komplexe sequenzielle Compound-Option*). Eine kleine Warnungsbemerkung an dieser Stelle. Wenn Sie die Anzahl der Optionsbewertungsverbände erhöhen oder reduzieren, vergewissern Sie sich, dass Sie die Verknüpfung der Funktion für die MSLS-Ergebnisse ändern, um die richtige Anzahl von Reihen zu integrieren, sonst wird die Analyse nicht richtig berechnet. Zum Beispiel, die Standardeinstellung zeigt drei Optionsbewertungsverbände und wenn Sie die Zelle der MSLS-Ergebnisse im Tabellenblatt auswählen und auf *Funktion | eingeben* klicken, werden Sie sehen, dass die Funktion mit den Zellen A24:H26, für diese drei Reihen des Inputs der Optionsbewertungsverbände in der Funktion, verknüpft ist. Wenn Sie einen zusätzlichen Optionsbewertungsverband hinzufügen, ändern Sie die Verknüpfung zu A24:H27, und so weiter. Sie können die Liste der angepassten Variablen so lassen wie sie ist. Die Ergebnisse werden nicht betroffen, wenn diese Variablen nicht in den angepassten Gleichungen verwendet werden.

Letztlich, das Bild 16 zeigt eine Option mit wechselnder Volatilität und wechselndem risikofreien Satz. In diesem Modell dürfen die Volatilität und die risikofreien Renditen sich im Laufe der Zeit ändern und ein nicht wieder kombinierender Verband ist erforderlich, um die Option zu lösen. In den meisten Fällen empfehlen wir, dass Sie Ihre Optionsmodelle kreieren, ohne die Volatilitätsterminstruktur zu ändern. Das liegt daran, dass es schon schwer genug ist eine einzelne Volatilität zu bekommen, geschweige eine Serie von Volatilitäten die sich im Laufe der Zeit ändern. Wenn Sie verschiedenen Volatilitäten, die ungewiss sind, modellieren müssen, führen Sie stattdessen eine Monte-Carlo-Simulation der Volatilitäten aus. Dieses Modell sollte man nur verwenden, wenn die Volatilitäten robust modelliert und ziemlich gewiss sind und sich mit der Zeit ändern. Derselbe Rat gilt für eine wechselnde risikofreie Satzterminstruktur.

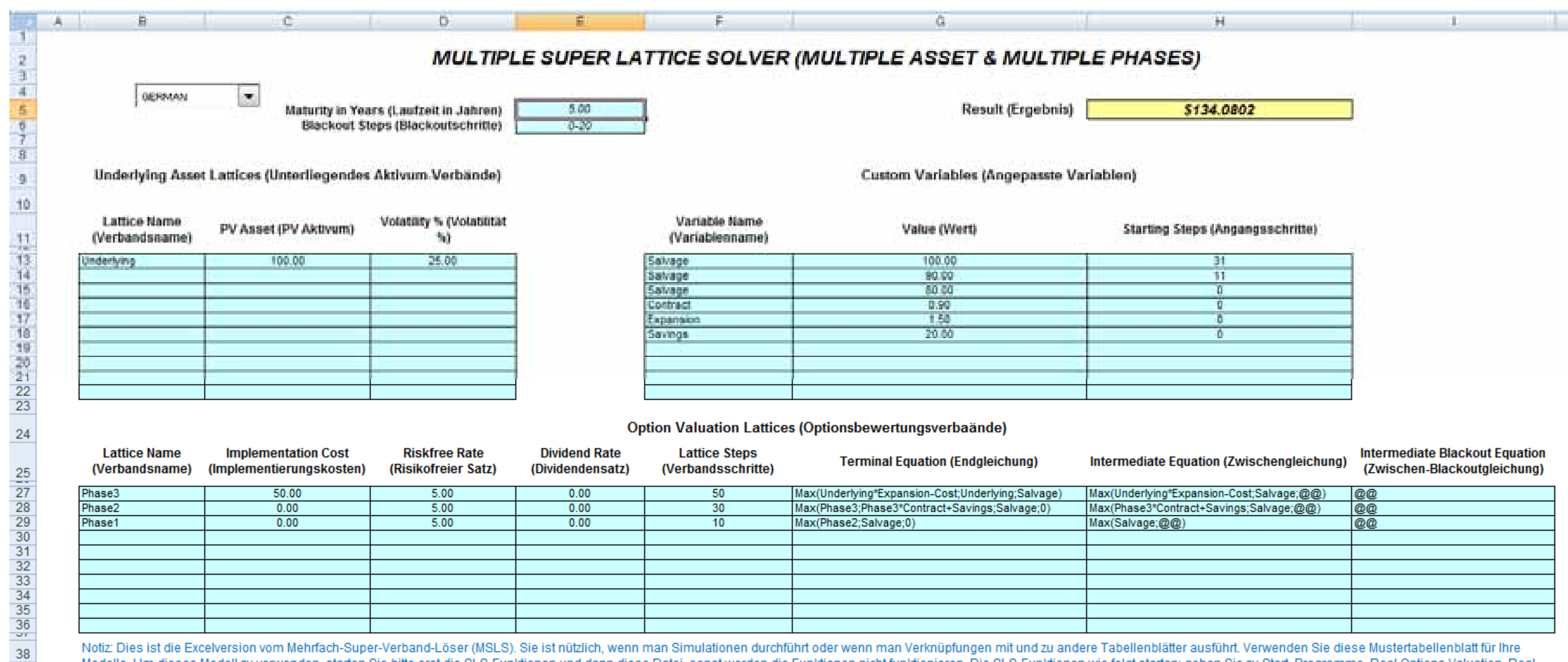


Bild 15 – Komplexe sequenzielle Compound-Option unter Verwendung von SLS-Excel-Löser

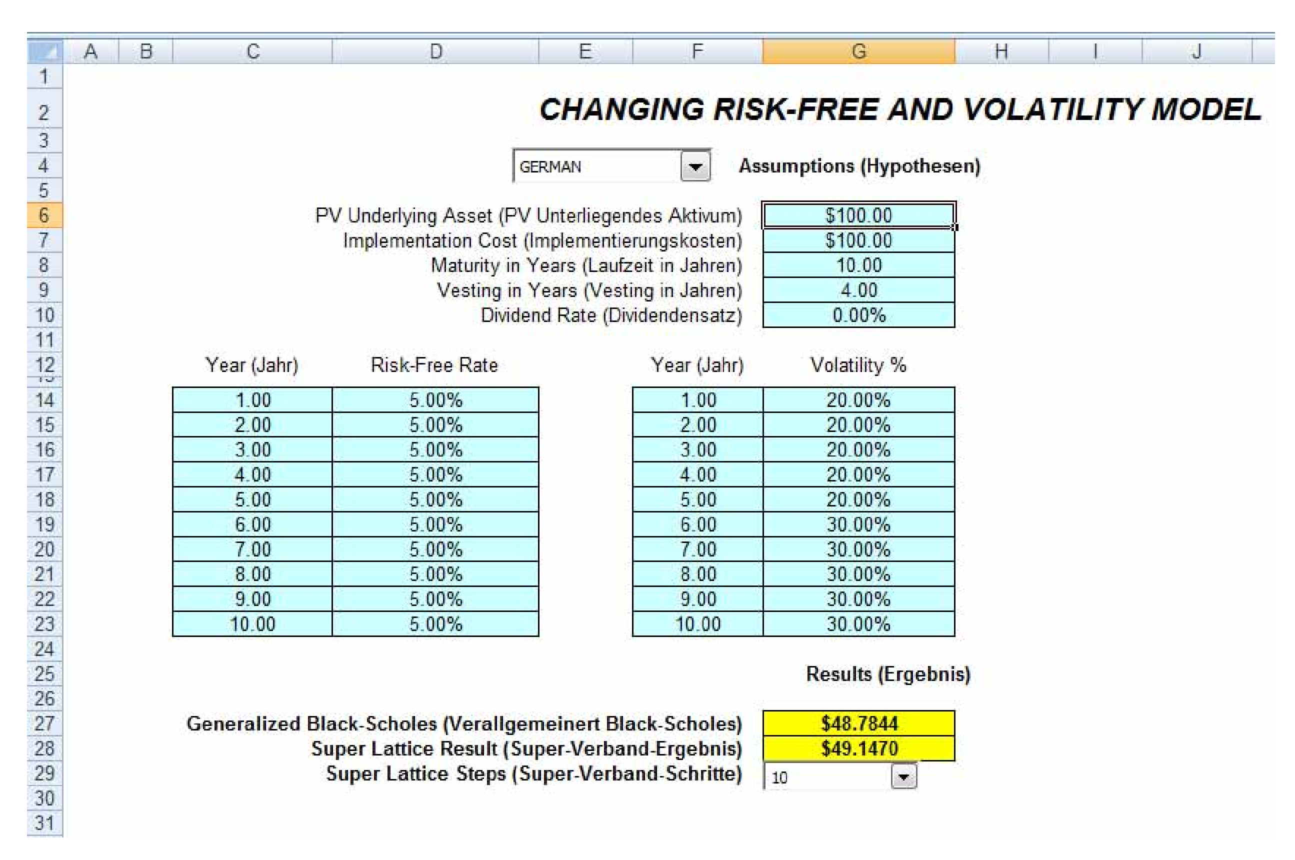


Bild 16 – Option mit wechselnder Volatilität und wechselndem risikofreien Satz

SLS-Funktionen

Die Software liefert auch eine Serie von SLS-Funktionen mit direktem Zugriff in Excel. Um ihre Verwendung zu erläutern, starten Sie die SLS-Funktionen durch das Klicken auf *Start | Programme | Real Options Valuation | Real Options SLS | SLS-Funktionen* und Excel wird starten. Wenn Sie in Excel sind, können Sie auf das Funktions-Assistentensymbol klicken oder einfach eine leere Zelle auswählen und auf *Funktion | eingeben* klicken. Während Sie sich im Gleichungs-Assistent von Excel befinden, wählen Sie die Kategorie *ALLE* und rollen Sie nach unten zu den Funktionen, die mit dem Präfix SLS anfangen. Hier werden Sie eine Liste der SLS-Funktionen sehen, die bereit zur Verwendung in Excel sind. Das Bild 17 zeigt den Gleichungs-Assistent von Excel.

Starten Sie das Modul Excel-Funktionen und wählen Sie die Kategorie ALLE, wenn Sie sich im Funktions-Assistent von Excel befinden. Dann rollen Sie nach unten für Zugriff auf die SLS-Funktionen.

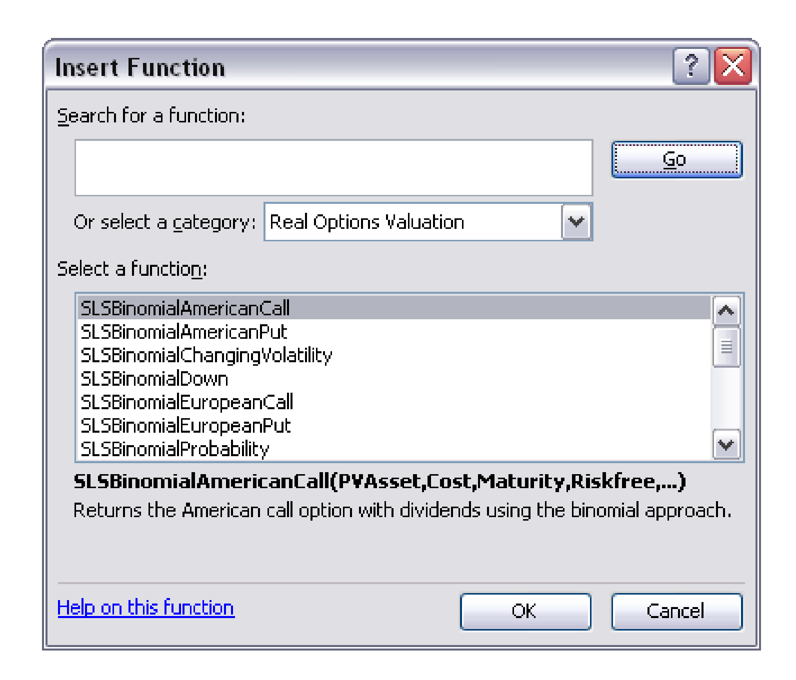
Es könnte sein, dass Sie die Macro-Sicherheitseinstellungen prüfen müssen, bevor Sie anfangen (in Excel, klicken Sie auf Tools, Macro, Sicherheit und prüfen Sie nach, dass die Einstellung auf Medium oder niedriger ist).

Nehmen wir an, dass Sie die erste Funktion, *SLSBinomialeamerikanischeKaufoption*, wählen und auf OK drücken. Das Bild 17 zeigt wie man die Funktion mit einem existierenden Excelmodell verknüpfen kann. Die Werte in den Zellen B1 bis B7 können mit anderen Modellen oder Tabellenblättern verknüpft oder unter Verwendung von VBA-Macros kreiert werden, oder sie können dynamisch und wechselnd, wie bei der Durchführung einer Simulation, sein.

Notiz: Seien Sie sich bewusst, dass bestimmte Funktionen viele Inputvariablen erfordern und dass Excels Gleichungs-Assistent nur 5 Variable auf einmal anzeigen kann. Deshalb vergessen Sie nicht die Variablenliste mit Hilfe der vertikalen Bildlaufleiste nach unten zu rollen, um Zugriff auf den restlichen Variablen zu bekommen.

Dies beendet eine schnelle Übersicht und Tour der Software. Sie sind jetzt ausgerüstet, um die Software SLS in dem Aufbau und die Lösung von Aufgaben von reellen Optionen, finanziellen Optionen und Belegschaftsaktienoptionen (ESO) zu verwenden. Diese Anwendungen werden ab dem nächsten Abschnitt vorgestellt. Es ist allerdings sehr empfehlenswert, dass Sie erst das Buch von Dr. Johnathan Mun *"Real Options Analysis: Tools and Techniques, Second Edition"* (Wiley, 2006) durchsehen, für Details über die Theorie und die Anwendung von reellen Optionen.

Wenn Sie jedoch ein neuer Benutzer von Real Options SLS sind oder eine ältere Version aktualisiert haben, nehmen Sie sich die Zeit die „Wichtige Notizen und Tipps", die auf den folgenden Seiten anfangen, zu studieren, um sich mit den Modellierungsfeinheiten der Software vertraut zu machen.



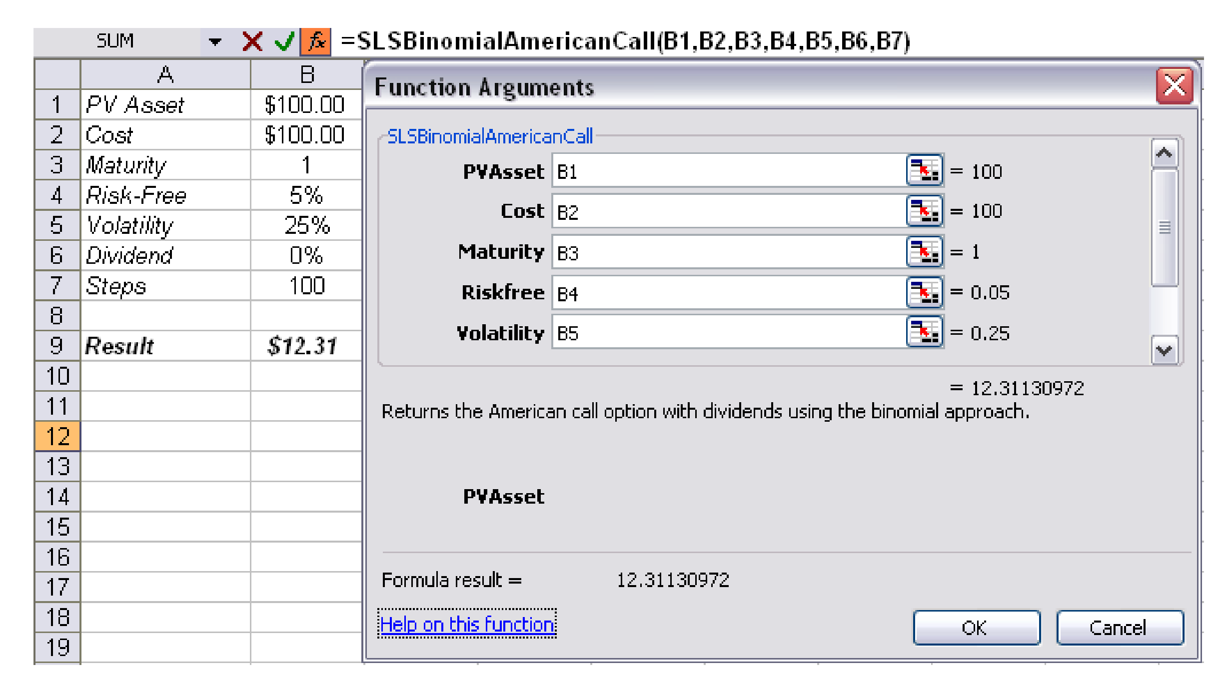


Bild 17 – Excels Gleichungs-Assistent

Bewerter von exotischen finanziellen Optionen

Der Bewerter von exotischen finanziellen Optionen ist ein unfangreicher Rechner mit über 250 Funktionen und Modellen, Von Grundoptionen zu exotischen Optionen (z.B., von Black-Scholes zu Multinomialverbänden zu geschlossene Form differenzielle Gleichungen und analytische Methoden zur Bewertung von exotischen Optionen, sowie andere optionsbezogene Modelle wie Bond-Optionen, Volatilitätsberechnungen, Delta-Gamma-Hedging, und so weiter). Das Bild 18 erläutert den Bewerter. Sie können auf die Taste „Beispielswerte laden“ klicken, um einige Beispiele zum Anfangen zu laden. Dann wählen Sie die gewünschte Modellkategorie (linker Bereich) und das auszuführende Modell (rechter Bereich) aus. Klicken Sie auf BERECHNEN, um die Ergebnisse zu erhalten. Bitte bemerken Sie, dass dieser Bewerter die Softwaretools ROV Risk Modeler und ROV Valuator ergänzt. Diese besitzen über 800 Funktionen und Modelle, auch von Real Options Valuation, Inc., (ROV) entwickelt, die in der Lage sind bei sehr hoher Geschwindigkeit zu laufen und große Datensätze zu bearbeiten und die man mit existierenden ODBC-konformen Datenbanken verknüpfen kann (z.B., Oracle, SAP, Access, Excel, CSV und so weiter). Zuletzt, wenn Sie Zugriff auf diese 800 Funktionen möchten (einschließlich die in diesem Optionenbewerter-Tool), verwenden Sie bitte stattdessen die Software ROV Modeling Toolkit, von wo Sie Zugriff auf diese und weitere Funktionen haben, und führen Sie eine Monte-Carlo-Simulation Ihrer Modelle aus, unter Verwendung der Software „Risk Simulator“ von ROV.

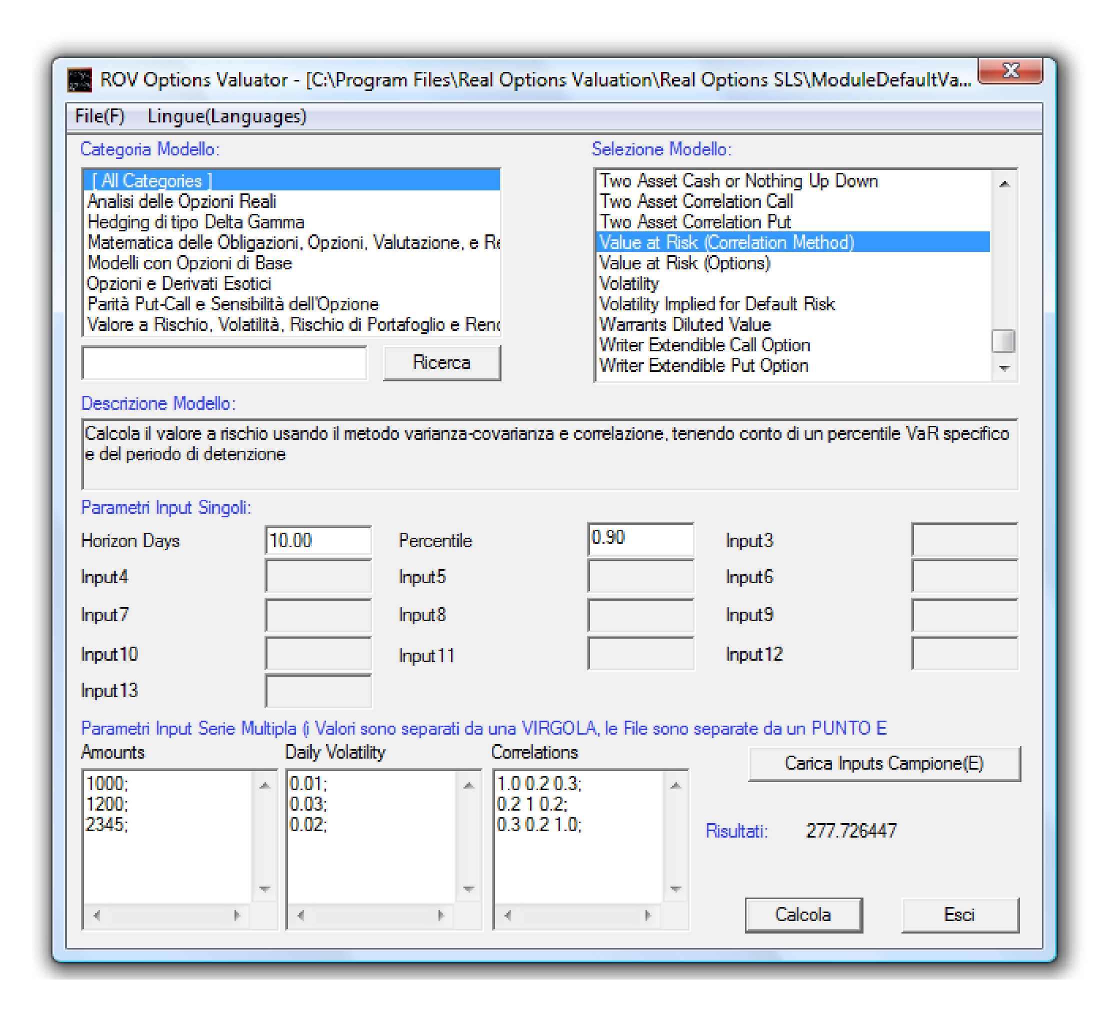


Bild 18 – Bewerter von exotischen finanziellen Optionen

Ausgleichszahlungsdiagramme, Tornado, Sensibilitätsanalyse, Monte Carlo Simulation und Strategiebaum

Das Hauptmodul Einzel-Aktivum SLS enthält auch Ausgleichzahlungsdiagramme, Sensibilitätstabellen, Szenarienanalysen und Konvergenzanalysen (Bild 18A). Um diese Analysen auszuführen, erstellen Sie erst ein neues oder öffnen und führen Sie ein existierendes Modell aus (z.B., von der ersten Leiste *SLS Optionen*, klicken Sie auf *Datei*, *Beispiele*, wählen Sie *Plain Vanilla Kaufoption I*, drücken Sie auf *Ausführen*, um den Optionswert zu berechnen, dann klicken Sie auf irgendeine der Leisten). Um diese Tools zu verwenden, müssen Sie erst ein Modell in der Hauptleiste *SLS Optionen* spezifizieren. Im Folgenden wird jede dieser Leisten und die Verwendung ihrer entsprechenden Steuerungen kurz beschrieben, wie im Bild 18A angezeigt:

Ausgleichszahlungsdiagramm: Die Leiste *Ausgleichszahlungsdiagramm (A)* erlaubt es Ihnen ein typisches Optionsausgleichzahlungsdiagramm zu erstellen. Hier haben sie die Möglichkeit, die zu kartierende Inputvariable *(B)* auszuwählen, indem Sie einige zu kartierende Mindest- und Maximalwerte *(C)* sowie ihre Schrittgrößen (zum Beispiel, stellen Sie 20 als Minimum und 200 als Maximum mit einem Schritt von 10, um die Analyse für die Werte 20, 30, 40, …, 180, 190, 200 auszuführen) und Verbandsschritte eingeben (je niedriger die Anzahl der Verbandsschritte, desto schneller die Ausführung der Analyse aber desto weniger akkurat die Ergebnisse - siehe die folgenden Behandlung der Verbandsschrittkonvergenz für mehr Details). Klicken Sie auf Diagramm aktualisieren *(D)*, um jedes Mal ein neues Ausgleichzahlungsdiagramm *(E)* zu erhalten. Die Standardeinstellung zeigt ein Liniendiagramm *(F)* an, aber Sie können auch Flächen- und Balkendiagramme auswählen. Sie können das erstellte Diagramm und die erstellte Tabelle kopieren und in anderen Anwendungen einfügen oder in der vorliegenden Form *(G)* drucken. Wenn Sie keine Mindest- und Maximalwerte eingeben, wählt die Software automatisch einige Standardtestwerte für Sie aus, der PV (Gegenwartswert) unterliegendes Aktivum wird standardmäßig ausgewählt, und das typische Hockeyschläger-Ausgleichzahlungsdiagramm wird angezeigt. Zuletzt, es erscheint eine Warnmeldung, wenn irgendeine der Originalinputs eine Null ist, die Sie dazu auffordert, diese Mindest-, Maximal- und Schrittgrößenwerte manuell einzugeben, um das Ausgleichzahlungsdiagramm zu generieren.

Tornado-Sensibilitätsanalyse: Die Leiste *Sensibilität (H)* führt eine schelle statische Sensibilität jeder Inputvariablen des Modells einzeln aus und listet die Inputvariablen von der höchsten bis zur geringsten Auswirkung auf. Hier können Sie den Optionstyp, die Verbandsschritte und die zu prüfende Sensibilität % *(I)* kontrollieren and die Ergebnisse werden in Form eines Tornadodiagramms *(J)* und einer Sensibilitätsanalysentabelle *(K)* produziert. Die Tornadoanalyse erfasst die statische Auswirkung von jeder Inputvariablen auf das Ergebnis des Optionswertes, indem sie jeden Input um eine bestimmte voreingestellte ±% Menge „stört“, erfasst die Fluktuation auf dem Ergebnis des Optionswertes und auflistet die resultierende Störungen, aufgereiht von den höchst- zu den niedrigstwertigen. Die Ergebnisse werden in einer Sensibilitätstabelle angezeigt, mit dem anfänglichen Basisfallwert, dem Vor- und Nachteil des gestörten Inputs, den resultierenden Vor- und Nachteilen des Optionswertes und der absoluten Divergenz oder Auswirkung. Die vorausgehenden Variablen sind von der größten bis zur geringsten Auswirkung aufgereiht. Das Tornadodiagramm stellt das in einer anderen graphischen Weise dar. Grüne Balken im Diagramm zeigen eine positive Auswirkung an, während rote Balken eine negative Auswirkung auf den Optionswert anzeigen. Zum Beispiel, der rote Balken der Implementierungskosten, der sich auf der rechten Seite befindet, bezeichnet eine negative Auswirkung der Investitionskosten - in anderen Worten, für eine einfache Kaufoption sind die Implementierungskosten (Optionsausübungspreis) und der Optionswert negativ korreliert. Das Gegenteil ist wahr für PV unterliegendes Aktivum (Aktienpreis), wobei der grüne Balken der sich auf der rechten Seite des Diagramms befindet, eine positive Korrelation zwischen Input und Output angezeigt.

Szenarienanalyse: Die Leiste *Szenario* führt ein zwei-dimensionales Szenario von zwei Inputvariablen *(L)* aus, basierend auf dem ausgewählten Optionstyp und Verbandsschritten *(M)*, und produziert eine Szenarioanalysetabelle *(N)* der resultierenden Optionswerte, basierend auf den verschiedenen Kombinationen von Inputs.

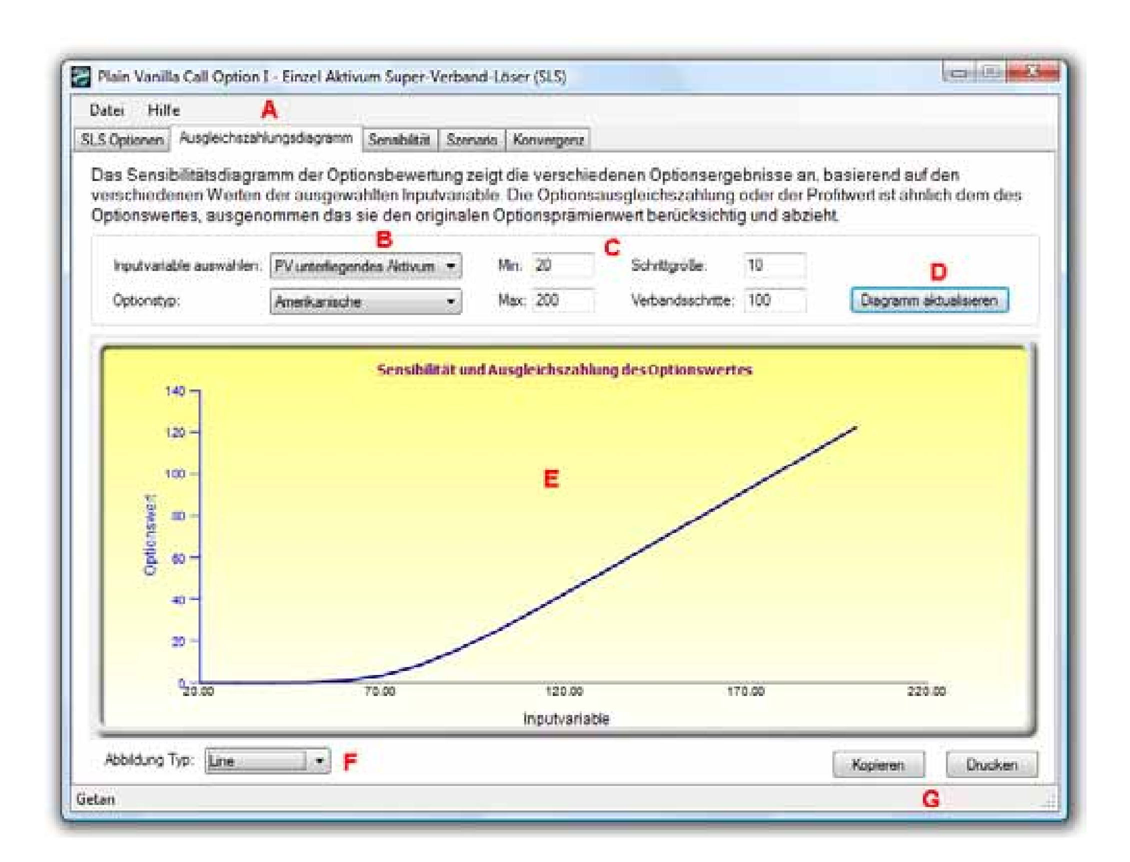
Verbandsschritt-Konvergenzanalyse: Die Leiste *Konvergenz* zeigt die Optionsergebnisse von 5 bis 5000 Schritten an, wobei je höher die Schrittanzahl, desto höher das Präzisionsniveau (Granularität in den Verbänden steigt), wobei die Ergebnisse des Verbandes bei einem bestimmten Punkt konvergieren. Wenn die Konvergenz erreicht wird, sind keine weiteren Verbandschritte erforderlich. Die Schrittanzahl ist von 5 bis 5000 voreingestellt, aber Sie können den Optionstyp und die anzuzeigende Dezimalenanzahl *(O)* auswählen, und das Konvergenzdiagramm *(Q)* wird gemäß Ihrer Auswahl angezeigt. Sie können die Tabelle mit dem Diagramm, wie benötigt, kopieren oder drucken *(P)*.

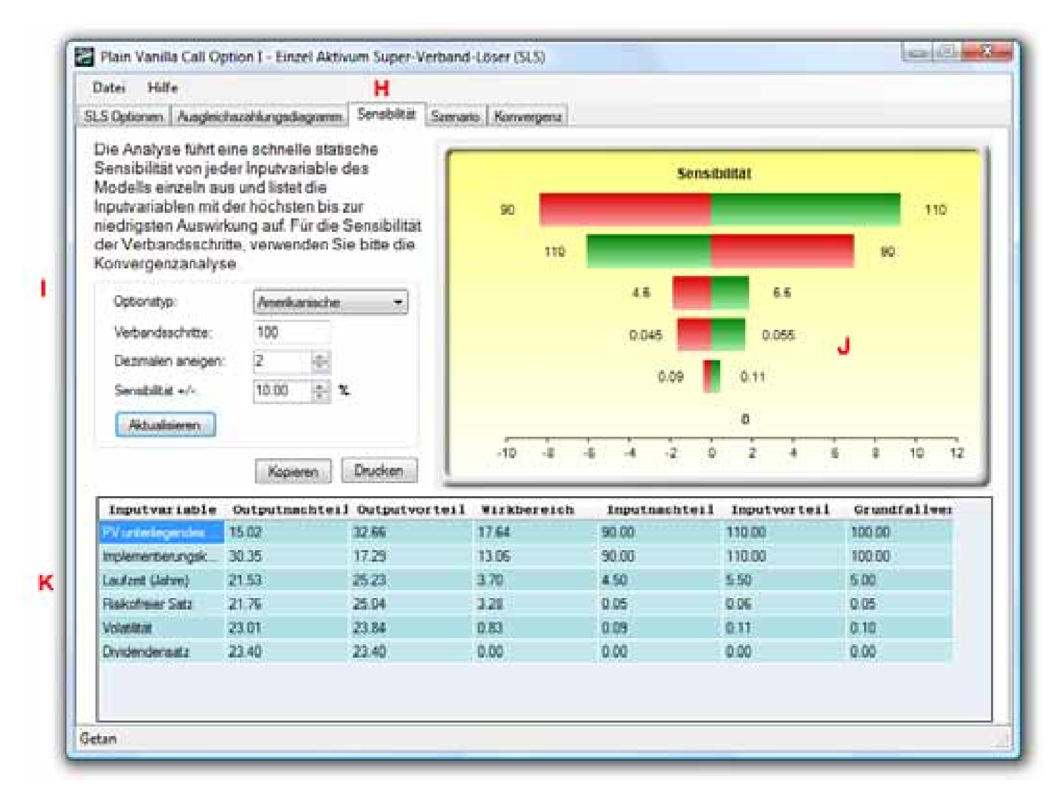
Der ROV Strategiebaum ist ein bedienerfreundliches Modul zur Erstellung von visuell ansprechenden Darstellungen von strategischen reellen Optionen. Dieses Modul wird verwendet, um das Zeichnen und die Erstellung von Strategiebäumen zu vereinfachen, ist aber nicht zur Bewertungsmodellierung von konkreten reellen Optionen anwendbar (verwenden Sie die Softwaremodule von Real Options SLS (Reelle Optionen Super-Verband-Löser) für konkrete Modellierungszwecke). Es folgen einige Kurzeinstiegstipps und -prozeduren für die Verwendung dieses intuitiven Tools:

- In diesem Modul stehen 11 lokale Sprachen zur Verfügung und man kann die aktuelle Sprache im Sprach-Menü ändern.
- Die Funktionen *Optionsknoten eingeben* oder *Terminalknoten eingeben* erfolgen, indem Sie zuerst alle vorhandenen Knoten auswählen und dann auf das Optionsknotensymbol (Viereck) oder das Terminalknotensymbol (Dreieck) klicken; Sie können aber auch die Funktionen im Menü *Eingabe* verwenden.
- Ändern Sie die Eigenschaften von einzelnen *Optionsknoten* oder *Terminalknoten* durch das Doppelklicken auf einem Knoten. Gelegentlich, wenn Sie auf einem Knoten klicken, werden auch alle nachfolgenden Kindknoten ausgewählt (dieses erlaubt es Ihnen, den gesamten Baum ab diesem ausgewählten Knoten zu verschieben). Wenn Sie nur diesen Knoten auswählen möchten, könnte es sein, dass Sie auf den leeren Hintergrund und dann zurück auf diesem Knoten klicken müssen, um diesen Knoten einzeln auszuwählen. Im Weiterem können Sie, abhängig von den aktuellen Einstellungen, einzelne Knoten oder den gesamten Baum ab dem ausgewählten Knoten verschieben (mit einem Doppelklick oder gehen Sein im Menü *Editieren* und wählen Sie *Knoten einzeln verschieben* oder *Knoten zusammen verschieben*).
- Im Folgenden sind einige Kurzbeschreibungen der Elemente, die man in der Bedienoberfläche der Knoteneigenschaften anpassen und konfigurieren kann. Am einfachsten ist es, verschiedene Einstellungen für jedes der folgenden Elementen auszuprobieren, um ihre Auswirkungen auf dem Strategiebaum zu sehen:
    - *Name*. Name, der über dem Knoten angezeigt wird.
    - *Wert*. Wert, der über dem Knoten angezeigt wird.
    - *Excel-Link*. Verknüpft den Wert aus der Zelle einer Excel-Tabellenkalkulation.
    - *Notizen*. Notizen können über oder unter einen Knoten eingefügt werden.
    - *Im Modell anzeigen*. Zeigt beliebigen Kombinationen von Namen, Werten und Notizen an.
    - *Lokale Farbe* gegen *Globale Farbe*. Die Knotenfarben können lokal für einen Knoten oder global geändert werden.
    - *Beschriftung in der Form*. Text kann innerhalb der Form eingefügt werden (es ist möglich, dass Sie den Knoten verbreitern müssen, um einen längeren Text unterzubringen).

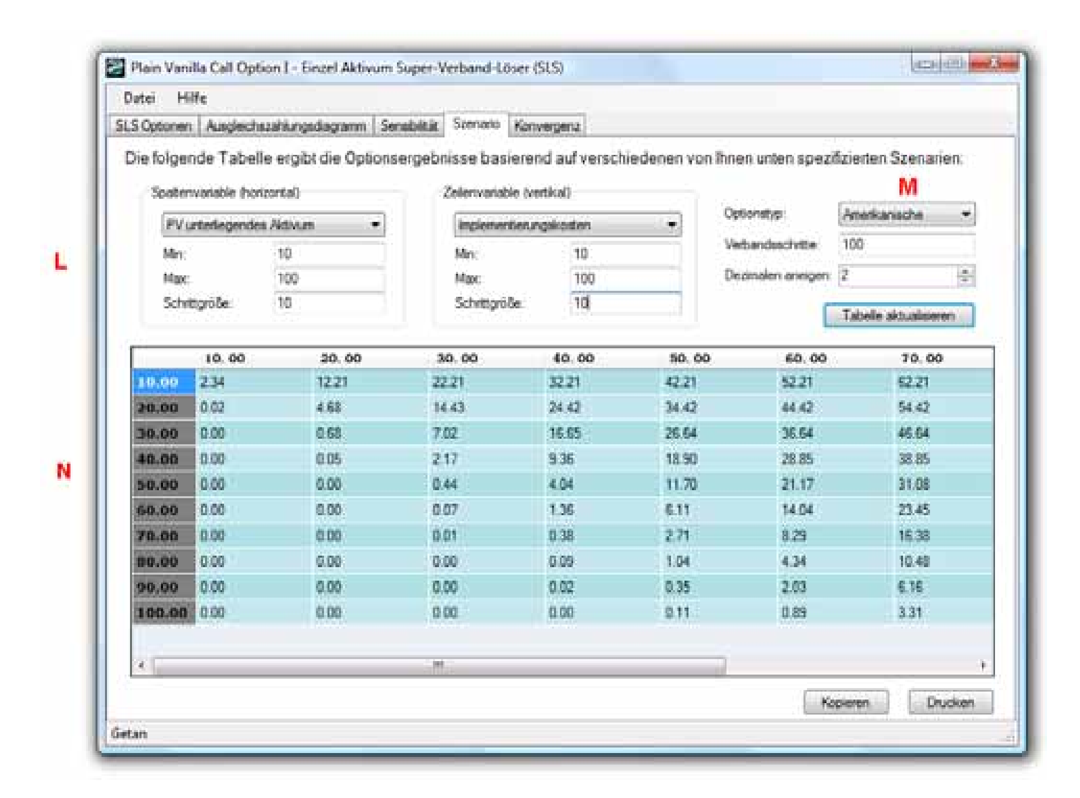
- *Name des Verzweigungsereignisses*. Text kann auf der Verzweigung, die zu dem Knoten führt platziert werden, um auf das Ereignis, welches zu diesem Knoten führt zu weisen.
- *Reelle Optionen auswählen*. Einen spezifischen Typ von reeller Option kann dem aktuellen Knoten zugeordnet werden. Die Zuordnung reeller Optionen zu den Knoten erlaubt es dem Tool, eine Liste der erforderlichen Inputvariablen zu generieren.

- *Globale Elemente* sind alle anpassbar, einschließlich die Elemente *Hintergrund, Verbindungslinien, Optionsknoten, Terminalknoten* und *Textfelder* des Strategiebaums. Zum Beispiel, man kann die folgenden Einstellungen für jedes der Elemente ändern:
  - *Schriftart*-Einstellungen für Namen, Wert, Notizen, Beschriftung, Ereignisnamen.
  - *Knotengröße* (minimale und maximale Höhe und Breite).
  - *Rahmen* (Linienstile, Breite und Farbe).
  - *Schattierung* (Farben und Anwendung oder Nichtanwendung von einer Schattierung).
  - *Globale Farbe*.
  - *Globale Form*.
- Das Befehl *Datenanforderungsfenster anzeigen* des Menüs *Editieren* öffnet ein gedocktes Fenster auf der rechten Seite des Strategiebaums, sodass, wenn ein Optionsknoten oder Terminalknoten ausgewählt wird, die Eigenschaften dieses Knotens angezeigt und direkt aktualisiert werden können. Diese Funktion liefert eine Alternative zur Doppelklicken auf einem Knoten jedes Mal.
- *Beispielsdateien* stehen im Menü *Datei* zur Verfügung, um Sie bei der anfänglichen Erstellung von Strategiebäumen zu helfen.
- *Datei schützen* aus dem Menü *Datei* erlaubt die Verschlüsselung des Strategiebaums mit einer Passwortverschlüsselung bis zu 256-Bit. Geben Sie Acht, wenn eine Datei verschlüsselt wird; beim Verlust des Passworts, kann die Datei nicht mehr geöffnet werden.
- Die Funktion *Bildschirm erfassen* oder das Drucken des existierenden Modells wird im Menü *Datei* durchgeführt. Der erfasste Bildschirm kann dann in anderen Softwareanwendungen eingefügt werden.
- Die Funktionen *Hinzufügen, Duplizieren, Umbenennen* und *Ein Strategiebaum löschen* können durch das Doppelklicken der Registerkarte Strategiebaum oder im Menü *Editieren* ausgeführt werden.
- Sie können auch folgende Funktionen ausführen: *Dateiverknüpfung einfügen* und *Kommentar einfügen* auf jedem beliebigen Options- oder Terminalknoten, oder *Text einfügen* oder *Abbildung einfügen* überall im Hintergrund- oder Zeichenbereich.
- Von Ihrem Strategiebaum, können Sie *Existierende Stile ändern* oder *angepasste Stile verwalten und kreieren* (dies schließt die Spezifikationen für Größe, Form, Farbschemas und Schriftartgröße/Farbe des gesamten Strategiebaums.

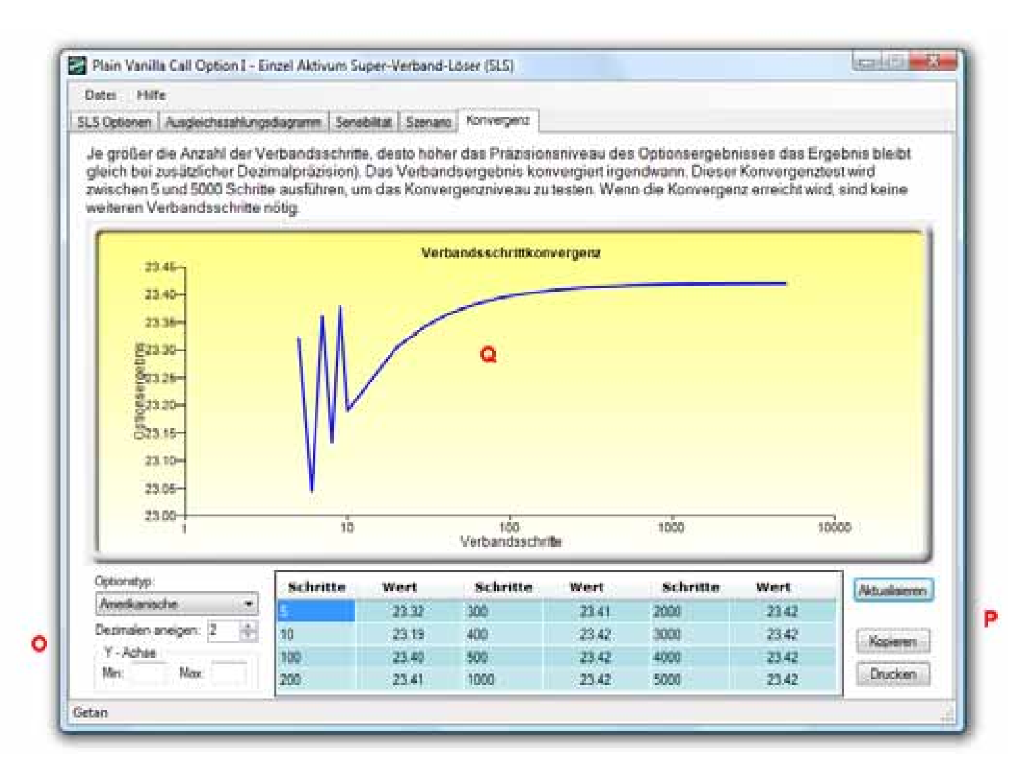




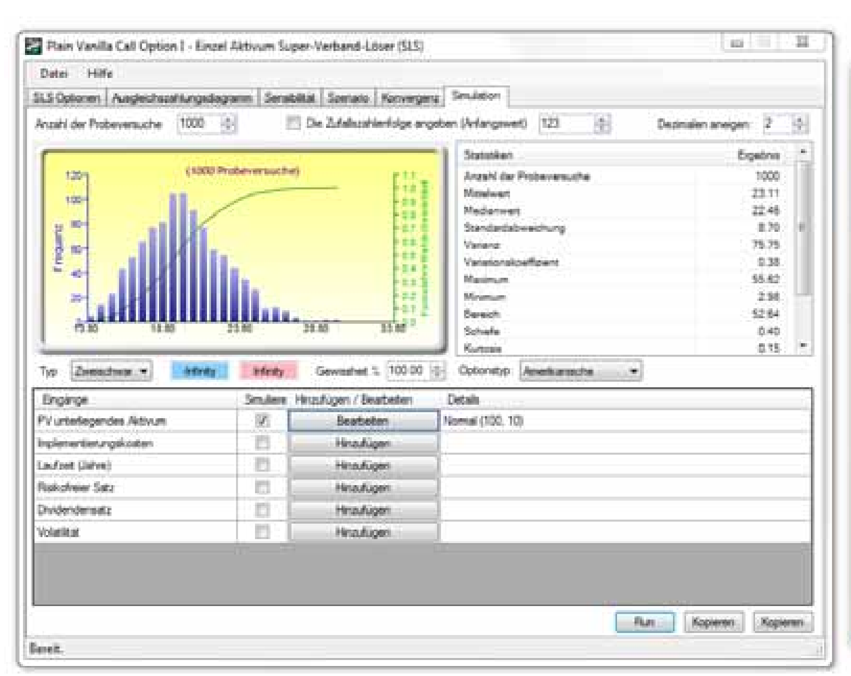
Inputvariable	Outputnachteil	Outputvorteil	Wirkbereich	Inputnachteil	Inputvorteil	Grundfallwe
PV unterliegendes ...	15.02	32.66	17.64	90.00	110.00	100.00
Implementierungsk...	30.35	17.29	13.06	90.00	110.00	100.00
Laufzeit (Jahre)	21.53	25.23	3.70	4.50	5.50	5.00
Risikofreier Satz	21.76	25.04	3.28	0.05	0.06	0.05
Volatilität	23.01	23.84	0.83	0.09	0.11	0.10
Dividendensatz	23.40	23.40	0.00	0.00	0.00	0.00

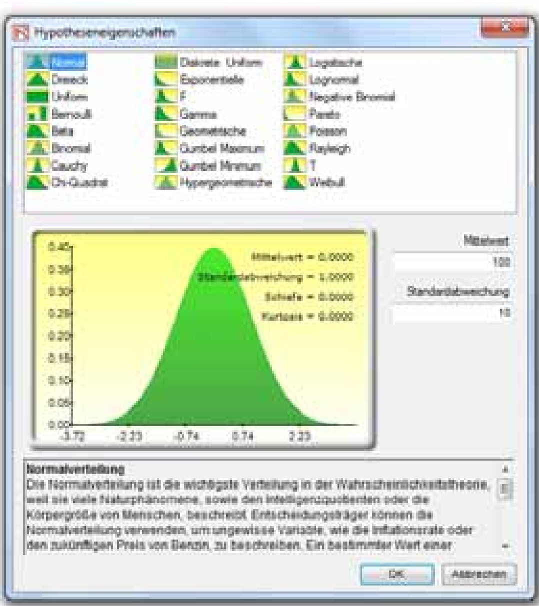


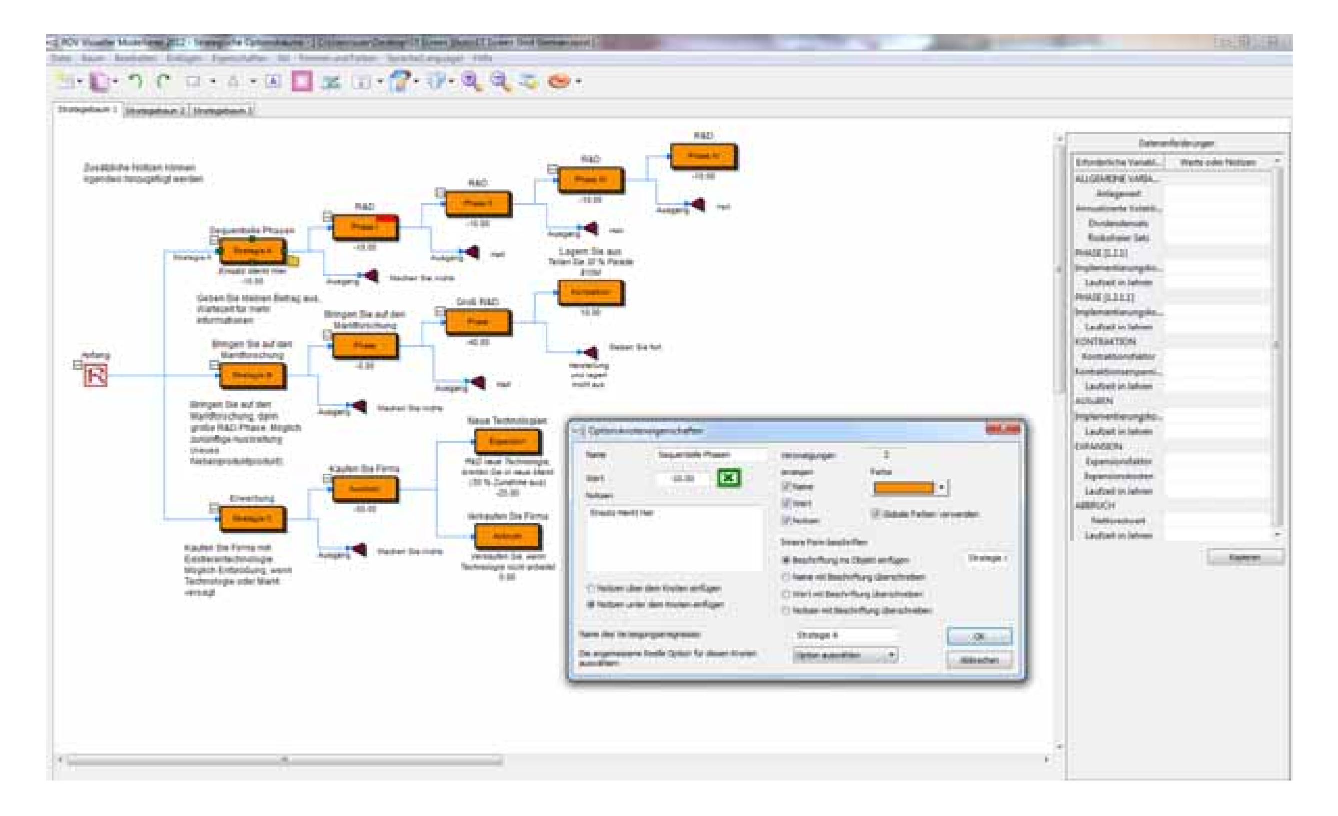
	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00
10.00	2.34	12.21	22.21	32.21	42.21	52.21	62.21
20.00	0.02	4.68	14.43	24.42	34.42	44.42	54.42
30.00	0.00	0.68	7.02	16.65	26.64	36.64	46.64
40.00	0.00	0.05	2.17	9.36	18.90	28.85	38.85
50.00	0.00	0.00	0.44	4.04	11.70	21.17	31.08
60.00	0.00	0.00	0.07	1.36	6.11	14.04	23.45
70.00	0.00	0.00	0.01	0.38	2.71	8.29	16.38
80.00	0.00	0.00	0.00	0.09	1.04	4.34	10.48
90.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.35	2.03	6.16
100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.89	3.31



Schritte	Wert	Schritte	Wert	Schritte	Wert
5	23.32	300	23.41	2000	23.42
10	23.19	400	23.42	3000	23.42
100	23.40	500	23.42	4000	23.42
200	23.41	1000	23.42	5000	23.42


Plain Vanilla Call Option I - Einzel Aktivum Super-Verband-Löser (SLS)
Datei
Hilfe
SLS Optionen
Ausgleichszahlungsdiagramm
Sensibilität
Szenario
Konvergenz
Simulation
Anzahl der Probeversuche
1000
Die Zufallszahlenfolge angeben (Anfangswert)
123
Dezimalen anzeigen
2
(1000 Probeversuche)
Frequenz
Statistiken
Ergebnis
Anzahl der Probeversuche
1000
Mittelwert
23.11
Medianwert
22.46
Standardabweichung
8.70
Varianz
75.75
Variationskoeffizient
0.38
Maximum
55.62
Minimum
2.98
Bereich
52.64
Schiefe
0.40
Kurtosis
0.15
Typ
Zweiseitige
Infinity
Gewissheit %
100.00
Optionstyp
Amerikanische
Eingänge
Simuliere
Hinzufügen / Bearbeiten
Details
PV unterliegendes Aktivum
Bearbeiten
Normal (100, 10)
Implementierungskosten
Hinzufügen
Laufzeit (Jahre)
Risikofreier Satz
Dividendensatz
Volatilität
Run
Kopieren
Bereit.


Hypotheseneigenschaften
Normal
Dreieck
Uniform
Bernoulli
Beta
Binomial
Cauchy
Chi-Quadrat
Diskrete Uniform
Exponentielle
F
Gamma
Geometrische
Gumbel Maximum
Gumbel Minimum
Hypergeometrische
Logistische
Lognormal
Negative Binomial
Pareto
Poisson
Rayleigh
T
Weibull
Mittelwert = 0.0000
Standardabweichung = 1.0000
Schiefe = 0.0000
Kurtosis = 0.0000
Mittelwert
100
Standardabweichung
10
Normalverteilung
Die Normalverteilung ist die wichtigste Verteilung in der Wahrscheinlichkeitstheorie, weil sie viele Naturphänomene, sowie den Intelligenzquotienten oder die Körpergröße von Menschen, beschreibt. Entscheidungsträger können die Normalverteilung verwenden, um ungewisse Variable, wie die Inflationsrate oder den zukünftigen Preis von Benzin, zu beschreiben. Ein bestimmter Wert einer
OK
Abbrechen



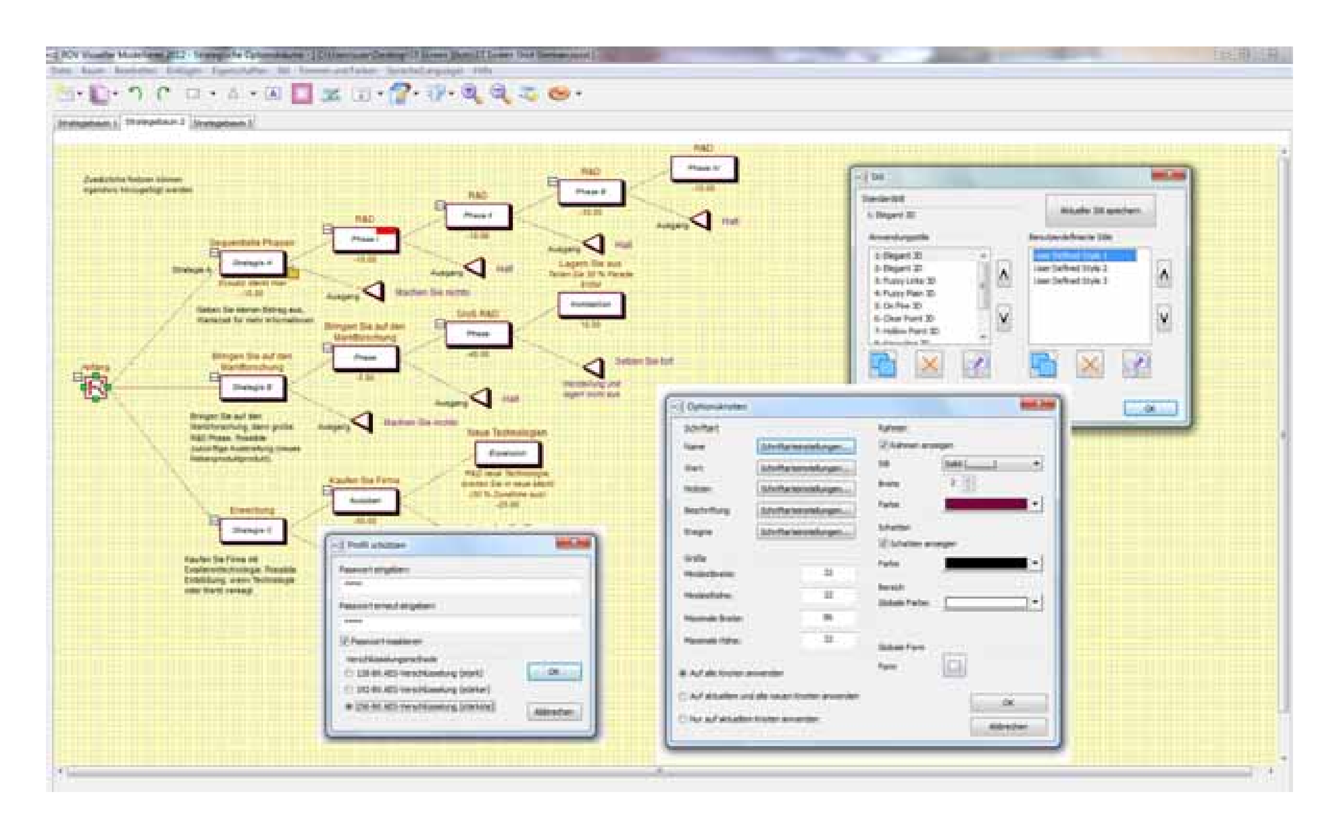


Bild 18A – Ausgleichszahlungsdiagramme, Tornado, Sensibilitätsanalyse, Monte Carlo Simulation und Strategiebaum

Key SLS – Wichtige Notizen und Tipps

Es folgen einige bemerkenswerte Änderungen und interessante Tipps zur Verwendung von Real Options SLS:

- Das **Benutzerhandbuch** ist innerhalb SLS, MSLS oder MNLS zugreifbar. Zum Beispiel, starten Sie einfach die Software Real Options SLS und kreieren Sie ein neues oder öffnen Sie ein existierendes SLS-, MSLS- oder MNLS-Modell. Dann klicken Sie auf *Hilfe* | *Benutzerhandbuch*.
- Die **Beispielsdateien** sind direkt vom SLS Hauptbildschirm zugreifbar. Wenn Sie sich in den SLS-, MSLS- oder MNLS-Modellen befinden, haben Sie Zugriff auf die Beispielsdateien in *Datei* | *Beispiele*.
- Informationen zur aktuellen **Lizenz** kann man in SLS, MSLS oder MNLS unter *Hilfe* | *Info über* finden.
- Eine **Variablenliste** ist auch in SLS, MSLS und MNLS unter *Hilfe* | *Variablenliste* verfügbar. Im Besonderen, hier folgen die Variablen und Operatoren, die in den Feldern *Angepasste Gleichungen* erlaubt sind:

  - Aktivum Der Wert des unterliegenden Aktivums beim aktuellen Schritt (in Währung)
  - Kosten – Die Implementierungskosten (in Währung)
  - Dividende – Der Dividendenwert (in Prozent)
  - Laufzeit – Die Jahre bis zur Fälligkeit (in Jahren)
  - OptionOffen – Der Wert des Offenhaltens der Option (war @@ in Version 1.0)
  - Risikofreier – Der jährliche risikofreie Satz (in Prozent)
  - Schritt – Die Ganzzahl die den aktuellen Schritt im Verband repräsentiert
  - Volatilität – Die jährliche Volatilität (in Prozent)
  - \- – Minus (Subtract)
  - ! – Nicht (Not)
  - !=, <> – Nicht gleich (Not equal)
  - & – Und (And)
  - * – Multiplizieren (Multiply)
  - / – Dividieren (Divide)
  - ^ – Hoch (Power)
  - | – Oder (Or)
  - \+ – Addieren (Add)
  - <, >, <=, >= – Vergleiche (Comparisons)
  - = – Gleich (Equal)

- **OptionOffen bei den Endknoten** in SLS oder MSLS. Wenn *OptionOffen* als die Endknotengleichung spezifiziert wird, wird der Wert immer als ein *Nicht eine Nummer* (*Not a Number* NaN) ausgewertet. Das ist deutlich ein Benutzerfehler, da *OptionOffen* nicht bei Endknoten angewendet werden kann.
- **Unspezifizierter Bereich von angepassten Variablen**. Wenn der spezifizierte Bereich einer angepassten Variablen keinen Wert enthält, wird der Wert als Null angenommen. Zum Beispiel, nehmen wir an, dass es ein Modell mit 10 Schritten gibt, wo eine angepasste Variable "*meineVar*" mit dem Wert 5 die am Schritt 6 anfängt existiert. Das heißt, dass *meineVar* mit dem Wert 5 vom Schritt 6 vorwärts ersetzt wird. Allerdings hat das Modell nicht den Wert von *meineVar* von den Schritten 0 bis 5 festgelegt. In dieser Situation wird für die Schritte 0 bis 5 angenommen, dass der Wert von *meineVar* 0 ist.

- **Kompatibilität mit SLS 1.0.** Der Super-Verband-Löser SLS hat eine ähnliche Benutzeroberfläche wir die vorherige Version, mit der Ausnahme, dass SLS, MSLS, MNLS und der Verband-Erzeuger alle in einem Hauptbildschirm integriert sind. Die in SLS 1.0 kreierten Datendateien können in SLS geladen werden. Da SLS jedoch fortgeschrittene Eigenschaften besitzt, die nicht in der vorherigen Version existieren, könnte es vorkommen, dass die in SLS 1.0 kreierten Modelle nicht ohne einige kleine Änderungen in SLS ausführbar sind. Es folgt eine Auflistung der Unterschiede zwischen SLS 1.0 und SLS 2012:
    - Thema: Die Variable "@@" in SLS 1.0 wurde durch "*OptionOffen*" in SLS ersetzt. Daher erkennt SLS "@@" als eine spezielle Variable und wird sie automatisch in "*OptionOffen*" vor der Ausführung konvertieren. Deshalb könnte ein potenzielles Problem auftreten: ein Modell das "OptionOffen" als eine angepasste Variable bezeichnet, wird einen Fehler aufweisen, da OptionOffen jetzt eine spezielle Variable ist.
    - Ein Modell das erweiterte Arbeitsblattfunktionen in den angepassten Gleichungen anwendet wird nicht funktionieren. Eine Liste der unterstürzten Funktionen schließt ein:
        - ABS, ACOS, ASIN, ATAN2, ATAN, CEILING, COS, COSH, EXP, FLOOR, LOG, MAX, MIN, REMAINDER, ROUND, SIN, SINH, SQRT, TAN, TANH, TRUNCATE, IF
    - Die Variablen in SLS sind schreibabhängig, ausgenommen die Funktionsnamen. Modelle die Groß- und Kleinschreibung mischen und anpassen funktionieren nicht in SLS. Deshalb empfehlen wir nur eine Schreibart bei angepassten Variablen zu benutzen, wenn man angepasste variablen in SLS und MSLS verwendet.
- **UND() (AND) and ODER() (OR) Funktionen** fehlen und wurden durch die Verwendung von speziellen Schriftzeichen in SLS ersetzt. Die Symbole "&" und " | " repräsentieren die Operatoren UND und ODER. Zum Beispiel: "Aktivum > 0 | Kosten < 0" bedeutet "ODER(Aktivum > 0, Kosten < 0)". " Aktivum > 0 & Kosten < 0" bedeutet stattdessen "UND(Aktivum > 0, Kosten < 0)."
- **Spezifikationen der Blackoutschritte**. Um die Blackoutschritte zu definieren, verwenden Sie die folgenden Beispiele als Anleitung:
        - 3 Schritt 3 ist ein Blackoutschritt.
        - 3, 5 Schritte 3 and 5 sind Blackoutschritte.
        - 3, 5-7 Schritte 3, 5, 6, 7 sind Blackoutschritte.
        - 1, 3, 5-6 Schritte 1, 3, 5, 6 sind Blackoutschritte.
        - 5-7 Schritte 5, 6, 7 sind Blackoutschritte.
        - 5-10|2 Schritte 5, 7, 9 sind Blackoutschritte (das Symbol | bedeutet Sprunggröße).
        - 5-14|3 Schritte 5, 8, 11, 14 sind Blackoutschritte.
        - 5-6|3 Schritt 5 ist ein Blackoutschritt.
        - 5 - 6 | 3 Schritt 5 ist ein Blackoutschritt (Leerzeichen werden ignoriert).
- **Bezeichner**. Ein Bezeichner ist eine Zeichensequenz die mit a-z, A-Z, _ oder $ beginnt. Nach dem ersten Zeichen, sind a-z, A-Z, 0-9, _, $, gültige Zeichen in der Sequenz. Bitte bemerken Sie, dass ein Leerzeichen kein gültiges Zeichen ist. Allerdings kann man es verwenden, wenn die Variable zwischen geschweiften Klammern { } steht. Bezeichner sind schreibabhängig, mit Ausnahme von Funktionsnamen. Es folgen einige Beispiele von gültigen Bezeichnern: meineVariable, MEINEVARIABLE, _meineVariable, _____meineVariable, $meineVariable, {Das ist eine einzige Variable}.
- **Nummern**. Eine Nummer kann eine Ganzzahl sein, definiert als ein oder mehr Zeichen zwischen 0 – 9. Es folgen einige Beispiele von Ganzzahlen: 0, 1, 00000, 12345. Ein anderer Nummerntyp ist eine reelle Nummer. Es folgen einige Beispiele von reellen Nummern: 0., 3., 0.0, 0.1, 3.9, .5, .934, .3E3, 3.5E-5, 0.2E-4, 3.2E+2, 3.5e-5,

- **Operatorenvorrang**. Der Operatorenvorrang bei der Bewertung von Gleichungen wird unten angezeigt. Wenn es jedoch zwei Termen mit identischen Vorrangsoperatoren gibt, wird der Ausdruck von links nach rechts bewertet.

    - ( ) – Ein Klammerausdruck hat den höchsten Vorrang
    - !, - – Nicht (Not), und Unär minus. z.B. -3
    - ^
    - *, /
    - +, -
    - =, <>, !=, <, <=, >, >=
    - &, |

- **Mathematischer Ausdruck**. Es folgen einige Beispiele von gültigen Ausdrücken, die in den Feldern *Angepassten Gleichungen* verwendbar sind. Konsultieren Sie den Rest des Benutzerhandbuchs, die empfohlene Texte und die Beispielsdateien für mehr Erläuterungen von tatsächlichen Optionsgleichungen und -funktionen die in SLS verwendet werden.

    - Max(Aktivum-Kosten,0)
    - Max(Aktivum - Kosten,OptionOffen)
    - 135
    - 12 + 24 * 12 + 24 * 36 / 48
    - 3 + ABS(-3)
    - 3*MAX(1,2,3,4) - MIN(1,2,3,4)
    - SQRT(3) + ROUND(3) * LOG(12)
    - IF(a > 0, 3, 4) – ergibt 3 wenn a > 0, sonst 4
    - ABS+3
    - MAX(a + b, c, MIN(d,e), a > b)
    - IF(a > 0 | b < 0, 3, 4)
    - IF(c <> 0, 3, 4)
    - IF(IF(a <= 3, 4, 5) <> 4, a, a-b)
    - MAX({Meine Kosten 1} - { Meine Kosten 2}, { Aktivum 2} + { Aktivum 3})



SEKTION II: ANALYSE VON REELLEN OPTIONEN

Amerikanische, europäische, bermudische und angepasste Abbruchsoptionen

Die *Abbruchsoption* examiniert den Wert der Flexibilität des Abbruchs eines Projektes oder Aktivums während der Laufzeit einer Option. Als Beispiel, nehmen wir an, dass eine Firma ein Projekt oder Aktivum besitzt und dass sie, basierend auf den traditionellen „diskontierter Cashflow (DCF)“ Modellen, den Gegenwartswert (PV) des Aktivums (*PV unterliegendes Aktivum*) auf $120M schätzt (für die Abbruchsoption ist das der Nettogegenwartswert des Projektes oder Aktivums). Eine Monte-Carlo-Simulation zeigt, dass die *Volatilität* dieses Aktivumwertes bedeutend ist, geschätzt auf 25%. Unter diesen Bedingungen, gibt es große Ungewissheit, bezüglich des Erfolgs oder Misserfolgs dieses Projektes (die kalkulierte Volatilität modelliert die verschiedenen Quellen der Ungewissheit und berechnet die Risiken im „diskontierter Cashflow (DCF)“ Modell, einschließlich Preis Ungewissheit, Erfolgswahrscheinlichkeit, Konkurrenz, Kannibalisierung und so weiter), und der Wert des Projektes könnte bedeutend höher oder bedeutend niedriger als der erwartete Wert von $120M sein. Nehmen wir an, dass eine Abbruchsoption erschaffen wird, wobei man eine Gegenpartei findet und einen 5-Jahr Vertrag (*Laufzeit*) unterschreibt. Der Vertrag sieht vor, dass als Gegenleistung für eine bestimmte Geldsumme sofort, hat die Firma die Möglichkeit das Aktivum oder Projekt der Gegenpartei jederzeit innerhalb dieser 5 Jahre (hindeutend auf eine amerikanische Option) für einen vorbestimmten *Restwert* von $90M zu verkaufen. Die Gegenpartei stimmt diesen $30M Diskont zu und unterschreibt den Vertrag.

Was gerade geschehen ist, ist, dass die Firma sich eine $90M Versicherungspolice gekauft hat. Das heißt, wenn der Wert des Aktivums oder des Projektes über seinen Gegenwartswert steigt, könnte die Firma sich dazu entscheiden, das Projekt weiter zu finanzieren oder es auf dem Markt für den aktuellen marktgerechten Wert zu verkaufen. Anderseits, wenn der Wert des Aktivums oder des Projektes unter den Schwellenwert von $90M fällt, hat die Firma das recht die Option auszuüben und das Aktivum der Gegenpartei für $90M zu verkaufen. In anderen Worten, es wurde eine Art von Sicherheitsnetz erschaffen, um zu verhindern, dass der Wert dieses Aktivums unter dieses Restwertniveau fällt. So, wie viel ist dieses Sicherheitsnetz oder diese Versicherungspolice wert? Sie können sich einen Konkurrenzvorteil schaffen, wenn Sie diese Antwort besitzen, aber die Gegenpartei nicht. Nehmen wir weiter an, dass der *risikofreie Satz* (Nullcoupon) des fünfjährigen Schatzscheins des US-Bundesfinanzministeriums bei 5% liegt[2]. Die Ergebnisse der *amerikanischen Abbruchsoption* im Bild 19 zeigen einen Wert von $125.48M, was andeutet, dass der Optionswert $5.48M ist, da der Gegenwartswert des Aktivums $120M ist. Demzufolge sollte der Maximalwert, den man für den Vertrag bereit ist zu bezahlen, durchschnittlich $5.48M sein. Der resultierende Erwartungswert wichtet die kontinuierlichen Wahrscheinlichkeiten, dass der Wert des Aktivums die $90M Schwelle überschreitet im Vergleich zu wenn es das nicht tut (wobei die Abbruchsoption wertvoll ist). Es wichtet ebenfalls den Zeitpunkt, wenn die Ausübung des Abbruchs optimal ist, sodass der Erwartungswert $5.48M ist.

Sie können außerdem einige Experimente ausführen. Die Änderung des Restwertes zu $30M (das bedeutet einen $90M Diskont vom Anfangswert des Aktivums) ergibt ein Ergebnis von $120M, oder $0M für die Option. Dieses Ergebnis bedeutet, dass die Option oder der Vertrag wertlos ist, weil das Sicherheitsnetz so niedrig gesetzt wurde, dass man es nie benutzen wird. Umgekehrt, die Festlegung des Restwertniveaus auf dreimal den aktuellen Wert des Aktivums, oder $360M, würde ein Ergebnis von $360M zurückgeben (und die Ergebnisse zeigen $360M an), was bedeutet, dass die Option keinen Wert besitzt. Das Warten und der Besitz dieser Option haben keinen Wert, oder ganz einfach, man sollte die Option sofort ausüben und das Aktivum verkaufen, wenn jemand jetzt bereit ist dreimal den Wert des Projektes zu bezahlen. Auf diese Weise können Sie den Restwert so ändern, bis der Optionswert verschwindet, was darauf hindeutet, dass der ***optimale Triggerwert*** erreicht wurde. Zum Beispiel, wenn Sie $166.80 als den Restwert eingeben, ergibt die Abbruchsoptionsanalyse ein Ergebnis von $166.80, was darauf hindeutet, dass, bei diesem Preis und höher, die optimale Entscheidung ist das Aktivum sofort zu verkaufen. Bei einem niedrigeren Restwert gibt es einen Optionswert, und bei einem höheren Restwert

---

[2] http://www.treas.gov/offices/domestic-finance/debt-management/interest-rate/yield-hist.html

gibt es keinen Optionswert. Dieser Restwert-Breakeven-Punkt ist der optimale Triggerwert. Wenn der Marktpreis des Aktivums diesen Wert überschreitet, ist es Optimal abzubrechen. Zum Schluss, wenn Sie einen *Dividendensatz* hinzufügen, werden die ***Kosten des Wartens bevor man das Aktivum aufgibt*** (z.B., die zu bezahlenden jährlichen Steuern und Haltungsgebühren, wenn man das Aktivum behält und nicht verkauft, gemessen als Prozentsatz des Gegenwartwertes (PV) des Aktivums) den Optionswert reduzieren. Folglich können Sie den Breakeven-Triggerpunkt, wo die Option wertlos wird, kalkulieren, indem Sie stufenweise höhere Dividendenniveaus auswählen. Dieser Breakeven-Punkt zeigt erneut den Triggerwert an, bei dem die Option unverzüglich Optimal ausgeübt werden sollte, aber diesmal mit Bezug auf eine Dividendenrendite. Das heißt, wenn die ***Tragkosten*** oder das Behalten der Option, oder wenn der ***Verlustwert*** der Option hoch ist, sprich die ***Kosten des Abwartens*** sind zu hoch, sollten Sie nicht abwarten sondern die Option sofort ausüben.

Andere Anwendungen der Abbruchsoption sind unter anderen: die Rückkauf-Leasingklauseln in einem Vertrag (die einen festgelegten Wert des Aktivums garantieren); die Aktivumerhaltsflexibilität; Versicherungspolicen; die Projektaufgabe und der Verkauf des geistigen Eigentums; der Kaufpreis einer Akquisition; und so weiter. Um dies zu erläutern, folgen einige zusätzliche schnelle Beispiele der Abbruchsoption (und Beispielsübungen für uns):

- Ein Flugzeughersteller verkauft ein bestimmtes Modell seiner Flugzeuge im *Primärmarkt* für, sagen wir, je $30M an verschiedene Fluglinien. Fluglinien sind normalerweise risikoabwährend und könnten vielleicht den Kauf eines zusätzlichen Flugzeugs nur schwer rechtfertigen, mit all den Ungewissheiten in der Wirtschaft, der Nachfrage, dem Preiswettbewerb und den Brennstoffkosten. Wenn sich die Ungewissheiten mit der Zeit auflösen, könnte es dazu kommen, dass die Fluglinien ihr existierendes Flugzeugportfolio global umverteilen und umleiten müssen, und ein überschüssiges Flugzeug auf der Rollbahn ist sehr teuer. Die Fluglinie kann das überschüssige Flugzeug im *Sekundärmarkt*, wo kleinere Regionalfluglinien gebrauchte Flugzeuge kaufen, verkaufen, aber die Preisungewissheit ist sehr hoch und unterliegt einer bedeutenden Volatilität von, sagen wir, 45%, und der Preis für diese Flugzeugklasse könnte wild zwischen $10M und $25M fluktuieren. Der Flugzeughersteller kann das Risiko der Fluglinie reduzieren, indem er eine Rückkaufklausel oder Abbruchsoption anbietet, wobei der Hersteller zustimmt, das Flugzeug auf Wunsch der Fluglinie jederzeit innerhalb der nächsten fünf Jahre zu einem garantierten Restwertpreis von $20M zurückzukaufen. Der entsprechende risikofreie Satz für die nächsten fünf Jahre ist 5%. **Das reduziert das Nachteilrisiko der Fluglinie und demzufolge ihr Risiko, indem es den linken Schwanz der Preisschwankungsverteilung abhackt und den Erwartungswert nach rechts verschiebt. Diese Abbruchsoption liefert der Fluglinie sowohl eine Risikoreduzierung als auch eine Wertsteigerung.** *Wenn man eine Abbruchsoption in SLS unter Verwendung eines 100-Schritte Binomialverbandes anwendet, hat diese Option einen Wert von $3.52M. Wenn die Fluglinie die klügere Gegenpartei ist und diesen Wert berechnet, und bekommt diese Rückkaufklausel umsonst als Teil des Geschäfts, hat der Flugzeughersteller soeben über 10% des Flugzeugwertes am Verhandlungstisch verloren. Information und Wissen sind sehr wertvoll in diesem Fall.*

- Ein Hightech-Plattenlaufhersteller denkt an die Akquisition einer kleinen Startup-Firma mit einer neuen Mikrolaufwerk-Technologie (ein super-schnelles Taschen-Festplattenlaufwerk von hoher Kapazität), die die Branche revolutionieren könnte. Die Startup-Firma steht zum Verkauf und die Preisforderung ist $50M, basierend auf einer Nettogegenwartswert (NPV) Verkehrswertanalyse, die von

neutralen Bewertungsberatern durchgeführt wurde. Der Hersteller kann entweder die Technologie selber entwickeln oder sie durch den kauf der Firma erwerben. Die Frage ist, wie wertvoll ist diese Firma für den Hersteller, und ist $50M ein guter Preis? Auf Grund einer internen Analyse des Herstellers, wird der Nettogegenwartswert dieses Mikrolaufwerkes auf $45M vermutet, mit einer Cashflowvolatilität von 40%, und es benötigt noch drei Jahre bis diese Mikrolaufwerk-Technologie erfolgreich ist und auf dem Markt kommt. Gehen wir davon aus, dass der 3-Jahre risikofreie Satz 5% ist. Außerdem würde es den Hersteller $45M in Gegenwartswert kosten, um das Laufwerk intern zu entwickeln. Wenn eine Nettogegenwartswertanalyse verwendet wird, sollte der Hersteller das Laufwerk selber produzieren. Allerdings, wenn man eine Abbruchsoptionsanalyse durchführt, wenn dieses spezifische Laufwerk nicht funktioniert, hat die Startup-Firma immer noch sowohl eine Vielfalt von geistigem Eigentum (Patente und Eigentumstechnologien) als auch materielle Aktiva (Gebäude und Produktionsanlagen), die man im Markt für bis zu $40M verkaufen kann. *Die Abbruchsoption zusammen mit dem Nettogegenwartswert ergeben $51.83, was den Kauf der Startup-Firma wertvoller als die interne Entwicklung der Technologie macht: der Kaufpreis von $50M lohnt sich.*[3]

Das Bild 19 zeigt die Ergebnisse einer einfachen Abbruchsoption mit einem 10-Schritte Verband, wie bereits erwähnt, während das Bild 20 das von dieser Analyse generierte Prüfungsblatt zeigt.

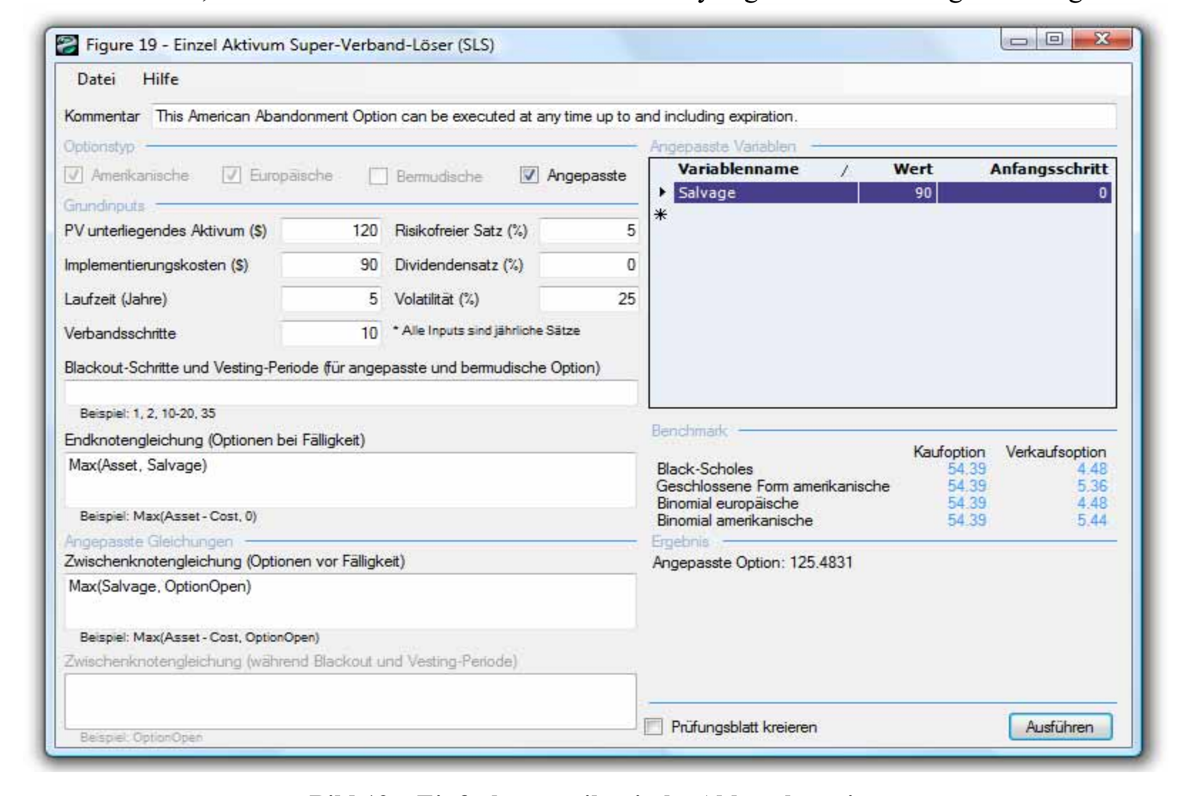


Bild 19 – Einfache amerikanische Abbruchsoption

[3] Siehe die Sektion über die Expansionsoption für mehr Beispiele wie die Technologie dieser Startup-Firma als Sprungbrett verwendet werden kann, um neue Technologien zu entwickeln, die viel mehr Wert als nur die Abbruchsoption haben.

Option Valuation Audit Sheet

Assumptions		***Intermediate Computations***	
PV Asset Value ($)	$120.00	*Stepping Time (dt)*	0.5000
Implementation Cost ($)	$90.00	*Up Step Size (up)*	1.1934
Maturity (Years)	5.00	*Down Step Size (down)*	0.8380
Risk-free Rate (%)	5.00%	*Risk-neutral Probability*	0.5272
Dividends (%)	0.00%		
Volatility (%)	25.00%	***Results***	
Lattice Steps	10	*Auditing Lattice Result (10 steps)*	$125.48
Option Type	Custom	*Super Lattice Result (10 steps)*	$125.48

User-Defined Inputs *Terminal: Max(Asset, Salvage)*

Intermediate: Max(Salvage, @@)

Name	salvage									
Value	90.00									
Starting Step	0									

Underlying Asset Lattice

										702.93
									589.03	
								493.59		493.59
							413.61		413.61	
						346.59		346.59		346.59
					290.43		290.43		290.43	
				243.37		243.37		243.37		243.37
			203.94		203.94		203.94		203.94	
		170.89		170.89		170.89		170.89		170.89
	143.20		143.20		143.20		143.20		143.20	
120.00		120.00		120.00		120.00		120.00		120.00
	100.56		100.56		100.56		100.56		100.56	
		84.26		84.26		84.26		84.26		84.26
			70.61		70.61		70.61		70.61	
				59.17		59.17		59.17		59.17
					49.58		49.58		49.58	
						41.55		41.55		41.55
							34.82		34.82	
								29.17		29.17
									24.45	
										20.49

Option Valuation Lattice

										702.93
									589.03	
								493.59		493.59
							413.61		413.61	
						346.59		346.59		346.59
					290.43		290.43		290.43	
				243.43		243.37		243.37		243.37
			204.30		204.06		203.94		203.94	
		172.07		171.61		171.15		170.89		170.89
	146.01		145.36		144.61		143.77		143.20	
125.48		124.77		123.88		122.77		121.22		120.00
	109.32		108.49		107.41		105.93		103.20	
		97.95		97.13		96.03		94.57		90.00
			91.44		90.88		90.13		90.00	
				90.00		90.00		90.00		90.00
					90.00		90.00		90.00	
						90.00		90.00		90.00
							90.00		90.00	
								90.00		90.00
									90.00	
										90.00

Bild 20 – Prüfungsblatt für die Abbruchsoption

Das Bild 21 zeigt dieselbe Abbruchsoption, aber mit einem 100-Schritte Verband. Um mitzufolgen, öffnen Sie die Einzel Aktivum SLS-Beispielsdatei *Abbruch amerikanische Option*. Bitte bemerken Sie, dass der 10-Schritte Verband $125.48 ergibt, während der 100- Schritte Verband $125.45 ergibt, was darauf hindeutet, dass die Verbandsergebnisse die Konvergenz erreicht haben. Die Endgleichung ist *Max(Aktivum,Restwert)*, was bedeutet, dass man bei der Fälligkeit sich entscheiden muss, ob man die Option ausübt, indem man das Aktivum verkauft und den Restwert bekommt, oder ob man die Option nicht ausübt und das Aktivum behält. Die verwendete Zwischengleichung ist *Max(Restwert,OptionOffen)* was bedeutet, dass man vor der Fälligkeit sich entscheiden muss, ob man diese amerikanische Abbruchsoption frühzeitig ausüben und den Restwert bekommen will, oder ob man das Aktivum behalten soll, und demzufolge die Option für eine eventuelle zukünftige Ausübung behalten und offen lassen soll, was einfach als *OptionOffen* bezeichnet wird. Das Bild 22 zeigt die europäische Version der Abbruchsoption, wo die Zwischengleichung einfach *OptionOffen* ist, da eine frühzeitige Ausübung vor der Fälligkeit nicht erlaubt ist. Die Ausübung der Option nur bei der Fälligkeit ist natürlich weniger Wert ($124.5054 im Vergleich zu $125.4582) als die Möglichkeit die Option frühzeitig auszuüben. Die verwendete Beispielsdateien sind: *Abbruch amerikanische Option* und *Abbruch europäische Option*. Zum Beispiel, der Flugzeughersteller im vorherigen Beispielsfall könnte eine Rückkaufklausel annehmen, die vom Fluglinienkunden entweder jederzeit oder nur bei einem festgestellten Zeitpunkt am Ende der fünf Jahren ausgeübt werden kann – die erstere, die amerikanische Option ist offensichtlich wertvoller als die letztere, die europäische Option.

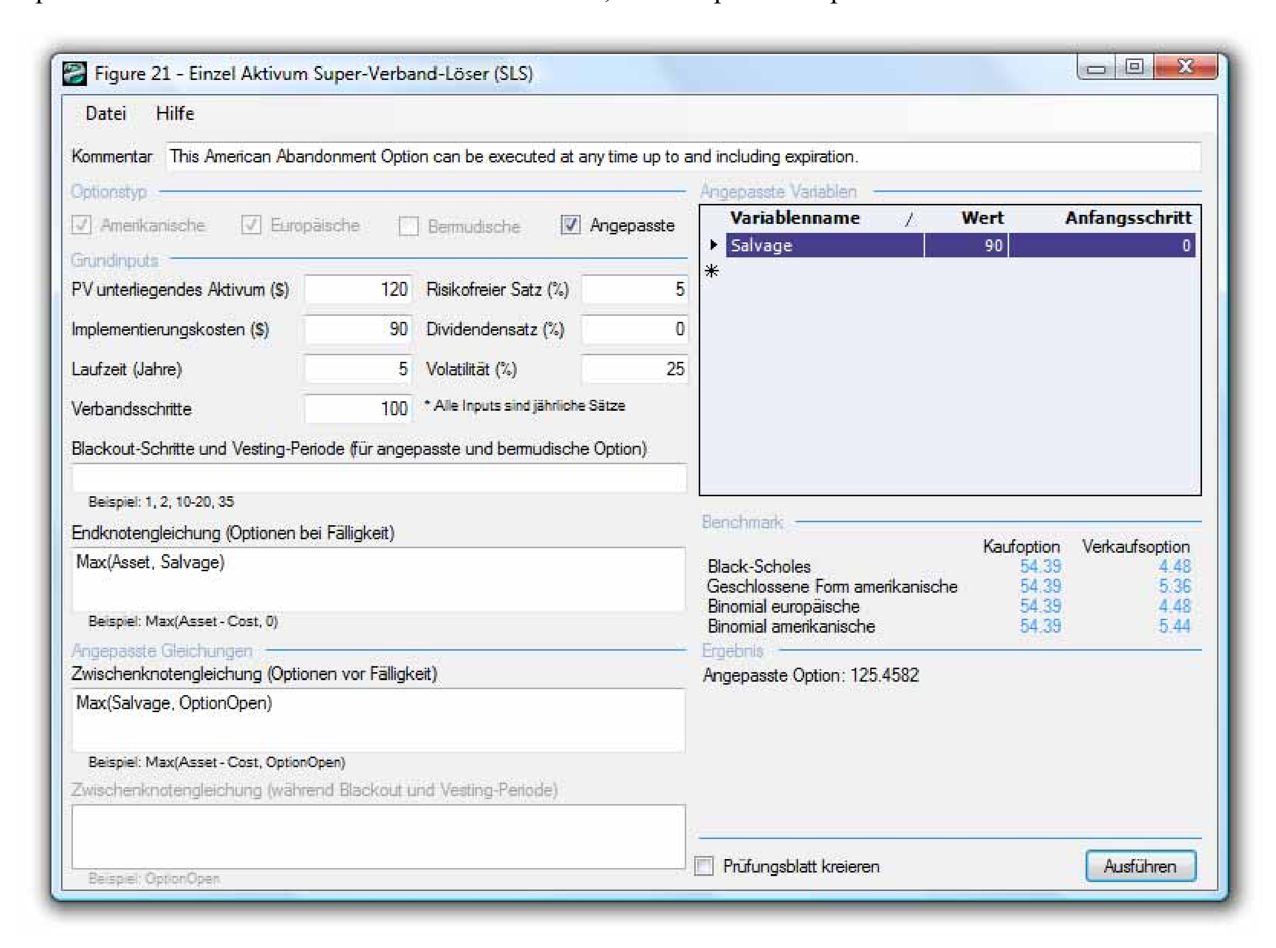


Bild 21 – Amerikanische Abbruchsoption mit einem 100-Schritte Verband

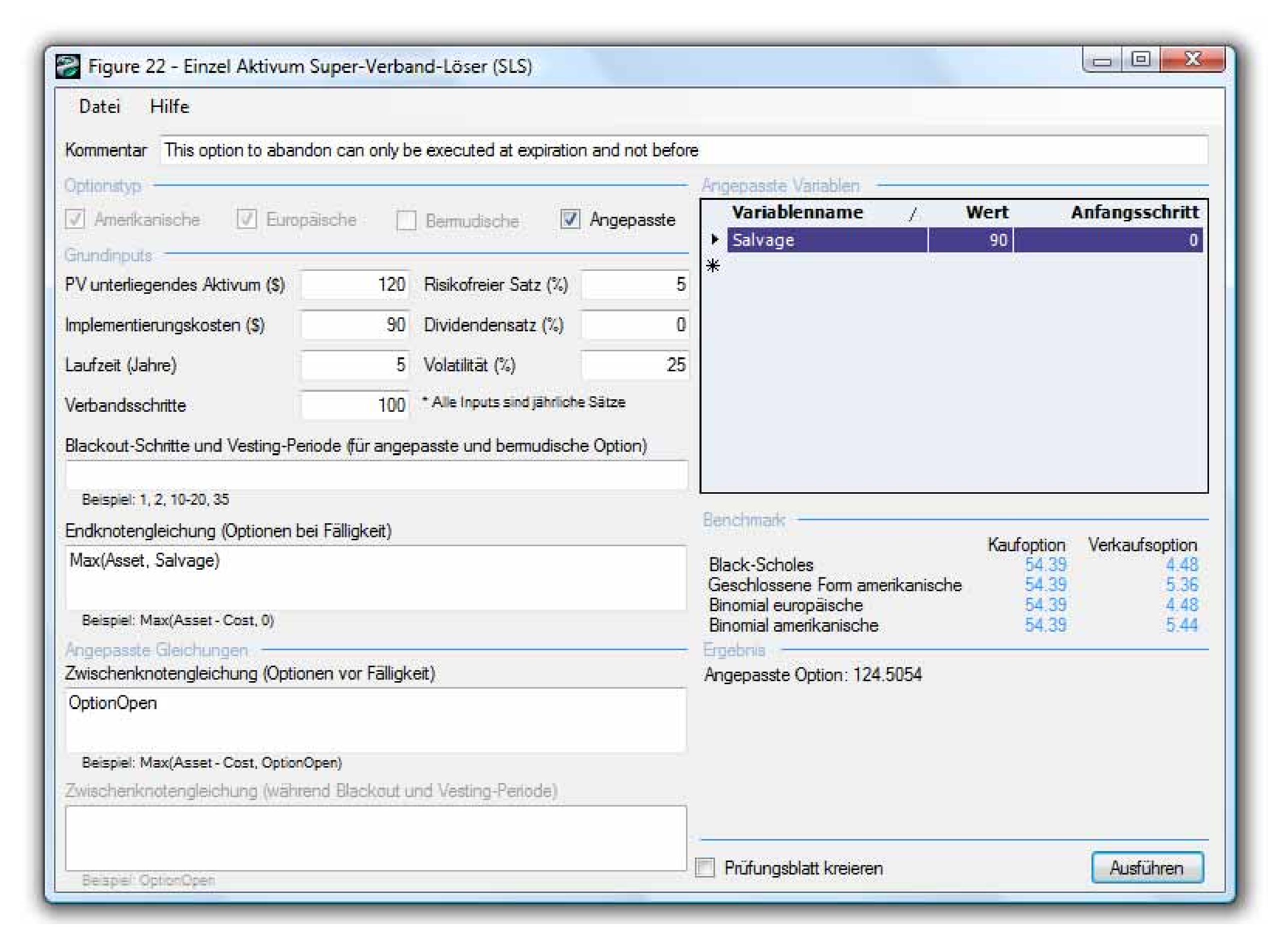


Bild 22 – Europäische Abbruchsoption mit einem 100-Schritte Verband

Gelegentlich ist eine bermudische Option angemessen, wobei es eine Vesting-Periode oder Blackout-Periode geben kann, in der die Option nicht ausgeübt werden kann. Zum Beispiel, wenn der Vertrag vorsieht, dass der Flugliniekunde, laut dieses 5-Jahr Abbruch-Rückkaufvertrags, die Abbruchsoption nicht innerhalb der ersten 2.5 Jahre ausüben kann. Das wird in Bild 23 angezeigt, unter Verwendung einer 5-Jahre bermudischen Option mit einem 100-Schritte Verband, wobei die Blackout-Schritte von 0-50 sind. Das bedeutet, dass man die Option nicht während der ersten 50 Schritte (ebenso wie jetzt oder beim Schritt 0) ausüben kann. Das kann man modellieren, indem man *OptionOffen* im Feld Zwischengleichung während Blackout- und Vesting-Perioden eingibt. Das zwingt den Optionsinhaber die Option während der Vesting-Periode offen zu halten und verhindert die Optionsausübung in dieser Blackout-Periode.

Im Bild 23 können Sie sehen, dass die amerikanische Option wertvoller als die bermudische Option ist, die ihrerseits wertvoller als die europäische Option ist, aufgrund der Fähigkeit jedes Optionstyps zur frühzeitigen Ausübung und die Häufigkeit der Ausübungsmöglichkeiten.

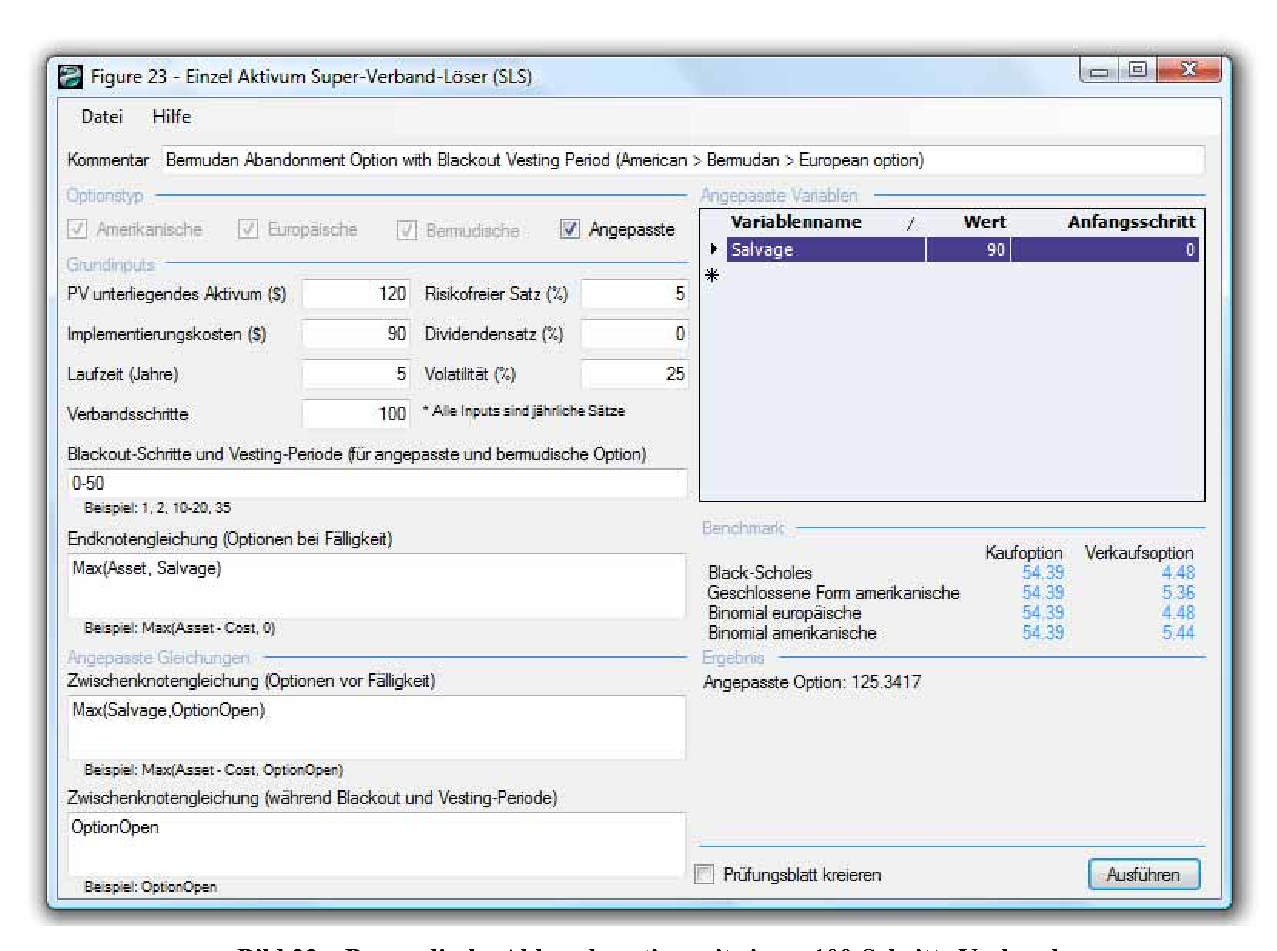


Bild 23 – Bermudische Abbruchsoption mit einem 100-Schritte Verband

Gelegentlich könnte sich der Restwert der Abbruchsoption im Laufe der Zeit ändern. Um zu erläutern, im vorherigen Beispiel der Akquisition einer Startup-Firma, wird das geistige Eigentum mit der Zeit höchstwahrscheinlich wegen weitergeführten Forschungs- und Entwickelungsaktivitäten ansteigen, was die Restwerte im Laufe der Zeit ändern wird. Ein Beispiel wird im Bild 24 angezeigt, wobei es fünf Restwerte im Laufe der 5-Jahr Abbruchsoption gibt. Das kann man unter Verwendung der angepassten Variablen modellieren. Geben Sie den *Variablennamen*, den *Wert* und den *Anfangsschritt* ein und drücken Sie auf *ENTER*, um die Variablen einzeln einzugeben, so wie in der Liste der angepassten Variablen im Bild 24 angezeigt. Bitte bemerken Sie, dass derselbe Variablenname (*Restwert*) verwendet wird, aber dass die Werte sich im Laufe der Zeit ändern. Die Anfangsschritte repräsentieren den Zeitpunkt, wenn diese verschiedenen Werte wirksam werden. Zum Beispiel, der Restwert von $90 trifft beim Schritt 0 zu, bis der nächste Restwert von $95 beim Schritt 21 wirksam wird. Für eine 5-Jahr Option mit einem 100-Schritte Verband heißt das, dass das erste Jahr, inklusiv die aktuelle Periode (Schritte 0 bis 20), einen Restwert von $90 haben wird, der dann im zweiten Jahr (Schritte 21 bis 40) auf $95 ansteigen wird, und so weiter. Bitte bemerken Sie, dass während der Wert des geistigen Eigentums der Firma im Laufe der Zeit ansteigt, steigen auch die Ergebnisse der Optionsbewertung an, was logisch ist. Sie können auch Blackout Vestingperioden für die ersten sechs Monate (Schritte 0-10 im Blackout-Feld) einmodellieren. Die Blackout-Periode ist sehr typisch von Vertragsverpflichtungen von Abbruchsoptionen, wobei die Option während festgelegter Perioden nicht ausgeübt werden kann (eine Bedenkzeit).

Bitte bemerken Sie, dass Sie *TAB* auf der Tastatur verwenden können, um sich von der Variablennamen-Spalte zur Wert-Spalte und weiter zur Anfangsschritt-Spalte zu bewegen. Vergessen Sie jedoch nicht auf *ENTER* auf der Tastatur zu drücken, um die Variable einzugeben und eine neue Reihe zu kreieren, sodass Sie eine weitere neue Variable eingeben können.

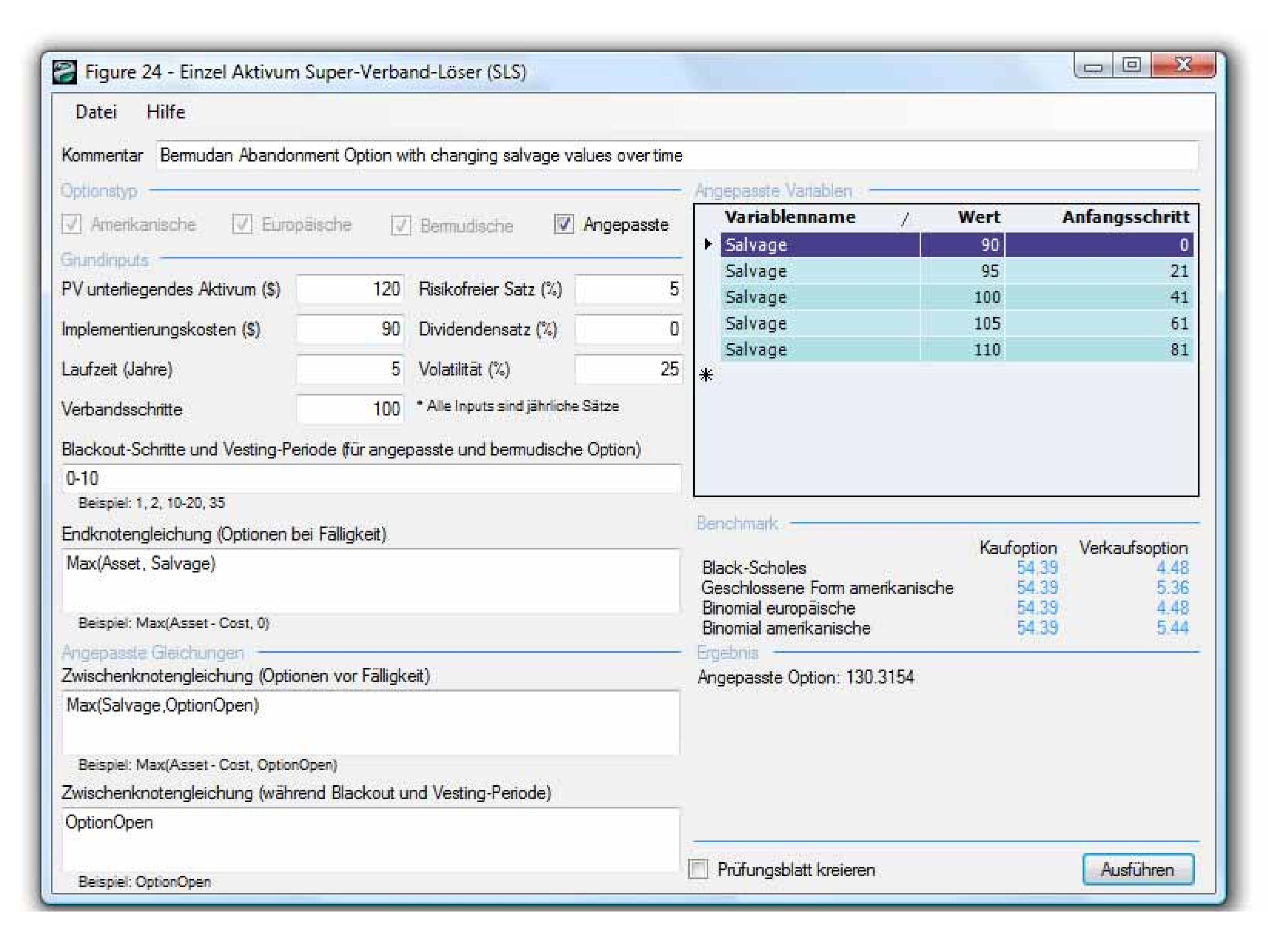


Bild 24 – Angepasste Abbruchsoption

Amerikanische, europäische, bermudische und angepasste Kontraktionsoptionen

Eine *Kontraktionsoption* wertet den Flexibilitätswert der Möglichkeit aus, die Produktionsmenge zu reduzieren oder die Größe und den Umfang eines Projektes zu kontraktieren, wenn die Bedingungen nicht so günstig sind. Dabei reduziert man den Wert eines Aktivums oder Projektes um einen *Kontraktionsfaktor*, aber man kreiert gleichzeitig einige *Ersparnisse* bei den Kosten. Als Beispiel, nehmen wir an, dass Sie für einen großen Flugzeughersteller arbeiten, der unsicher über die technologische Wirksamkeit von und die Gesamtnachfrage des Markts für seine neue Flotte von Langstreckeüberschallflugzeugen ist. Die Firma entscheidet, sich durch die Verwendung von strategischen Optionen abzusichern, im Besonderen durch eine Option 10% seiner Produktionsanlagen jederzeit innerhalb der nächsten fünf Jahre zu kontraktieren (das heißt, dass der *Kontraktionsfaktor* 0.9 ist).

Nehmen wir an, dass die Firma eine gegenwärtige Betriebsstruktur hat, deren statische Bewertung der zukünftigen Profitabilität bei $1,000M (*PV (Gegenwartswert) Aktivum*), unter Verwendung eines Modells mit diskontiertem Cashflow, kalkuliert wird (in anderen Worten, der Gegenwartswert (PV) der erwarteten zukünftigen Cashflows, diskontiert mit einem angemessenen Markt-Risikokorrigierten Diskontsatz). Unter Verwendung einer Monte-Carlo-Simulation berechnen Sie, dass die implizite Volatilität der logarithmischen Erträgen des Wertes des Aktivums der prognostizierten zukünftigen Cashflows bei 30% liegt. Man findet heraus, dass der risikofreie Satz für ein risikofreies Aktivum (5-Jahr US-Bundesschatzschein mit Null-Coupons) bei 5% liegt.

Nehmen wir weiter an, dass die Firma die Option hat, 10% ihrer gegenwärtigen Tätigkeiten jederzeit innerhalb der nächsten fünf Jahre zu kontraktieren, was zusätzliche $50 Millionen in Ersparnissen nach dieser Kontraktion einbringt. Diese Bedingungen sind durch eine rechtswirksame vertragliche Vereinbarung mit einem ihrer Lieferanten eingerichtet, der die Aufnahme der freien Kapazität und des überschüssigen Raumes der Firma zugestimmt hat. Gleichzeitig kann die Firma die Produktion zurückschrauben und Teile ihrer existierenden Arbeitskräfte entlassen, um dieses Ersparnisniveau zu erhalten (in Gegenwartswerten).

Die Ergebnisse zeigen an, dass der strategische Wert des Projektes bei $1,001.71M liegt (unter Verwendung eines 10-Schritte Verbandes, wie im Bild 25 angezeigt). Das heißt, dass der Nettogegenwartswert derzeitig $1,000M ist und die zusätzlichen $1.71M stammen von der Kontraktionsoption. Dieses Ergebnis wird erlangt, weil eine sofortige Kontraktion 90% von $1,000M + $50M, oder $950M, erbringt, was weniger ist, als wenn man im Geschäft bleibt und nicht kontraktiert und dabei $1,000M bekommt. Die optimale Entscheidung ist deshalb nicht sofort zu kontraktieren, aber sich die Möglichkeit das zu tun für die Zukunft zu bewahren. Demzufolge, wenn man diese optimale Entscheidung von $1,000M mit den $1,001.71M der Möglichkeit zu kontraktieren vergleicht, besitzt die Kontraktionsoption einem Wert von $1.71M. Das sollte der maximale Betrag sein, den die Firma bereit sein sollte zu bezahlen, um diese Option zu erhalten (Vertragsgebühren und Bezahlungen zu der Lieferantengegenpartei).

Im Gegensatz, wären die *Ersparnisse* stattdessen $200M, wird der strategische Projektwert $1,100M. Das heißt, dass wenn man mit $1,000M anfängt und 10% auf $900M kontraktiert und man die $200 in Ersparnissen behält, bekommt man einen Gesamtwert von $1,100M. Deshalb ist der zusätzliche Wert der Option $0M, was bedeutet, dass es Optimal ist, die Kontraktionsoption sofort auszuüben, da es keinen Optionswert und keinen Wert beim Warten zu kontraktieren gibt. Also liegt der Wert einer sofortigen Ausübung bei $1,100M im Vergleich zu dem strategischen Wert des Projektes von $1,100M; es gibt keinen zusätzlichen Optionswert und man sollte die Kontraktion sofort ausüben. Das heißt, anstatt den Lieferanten bitten zu warten, ist es besser für die Firma die Kontraktionsoption sofort auszuüben und die Ersparnisse einzunehmen.

Andere Anwendungen schließen ein: das Aufschieben eines Forschungs- und Entwicklungsprojekt durch gedrosselte Ausgaben, um es am Leben zu erhalten und so die Möglichkeit zu bewahren, es in Zeiten mit bessern Bedingungen wieder aufzunehmen; der Wert der Synergie in eine Fusion und Akquisition, wobei einiges Managementpersonal entlassen wird, um zusätzliche Ersparnisse zu erlangen; die Reduzierung der Anwendungsbereiche und Größe von Produktionsanlagen; die Reduzierung von Produktionsraten; eine Joint Venture oder Allianz; und so weiter.

Zur Erläuterung folgen einige zusätzliche schnelle Beispiele der Kontraktionsoption (wie zuvor stellen wir einige Beispielsübungen für alle bereit):

- Eine große Erdöl- und Gasgesellschaft plant eine Tiefsee-Bohrplattform, dessen Implementierung das Unternehmen Milliarden kosten wird. Es wird eine DCF-Analyse durchgeführt und man findet heraus, dass der Nettogegenwartswert über die nächsten 10 Jahre des Wirtschaftslebens der Ölbohrinsel bei $500M liegt Der 10-Jahre risikofreie Satz ist 5%, und die Volatilität des Projektes wird, unter Verwendung von historischen Ölpreisen als Proxy, auf einen jährlichen Satz von 45% berechnet. Wenn die Expedition höchst erfolgreich ist (Ölpreise sind hoch und Produktionsraten hochschießend), wird das Unternehmen seine Operationen folglich fortfahren. Wenn sich die Bedingungen jedoch verschlechtern (Ölpreise sind niedrig oder mäßig und die Produktion nur bescheiden), ist es sehr schwierig für das Unternehmen die Operationen aufzugeben (warum alles verlieren, wenn der Nettogewinn trotzdem positiv bleibt, obwohl nicht so hoch wie erwartet, geschweige die Umwelt- und Rechtsfolgen des schlichten Aufgebens einer Bohrinsel im Mitten des Ozeans). Deshalb beschließt die Ölgesellschaft ihr Nachteilrisiko durch eine amerikanische Kontraktionsoption abzusichern. Die Ölgesellschaft konnte das Interesse einer kleineren Erdöl- und Gasgesellschaft (ein früher Partner in anderen Erforschungen) in ein Joint Venture erwecken. Das Joint Venture ist so strukturiert, dass die Ölgesellschaft der kleineren Gegenpartei sofort einen Pauschalbetrag für einen 10-Jahre Vertrag bezahlt, wobei die kleinere Gegenpartei jederzeit und auf Bitte der Ölgesellschaft alle Operationen der Bohrinsel auf sich nehmen muss (das heißt, Übernahme aller Operationen und folglich aller entsprechenden Kosten) und 30% der erwirtschafteten Nettogewinne behalten darf. Die Gegenpartei stimmt ein, weil sie sich an erster Stelle nicht an den Kosten von Milliarden von Dollar zur Implementierung der Bohrinsel beteiligen muss, und weil sie sogar eine Barvorauszahlung durch diesen Vertag bekommt, um die Nachteilrisiken auf sich zu nehmen. Die Ölgesellschaft stimmt auch ein, weil sie so ihre eigenen Risiken reduziert, wenn Ölpreise niedrig fallen und die Produktion heruntergeschraubt wird, und erreicht somit eine Ersparnis von über $75M in Gegenwartwert bei den gesamten Geschäftskosten, die wiederum irgendwo anders zugeteilt und investiert werden können. *In diesem Beispiel unter Anwendung von SLS, wird die Kontraktionsoption mit $14.24M bewertet, unter Verwendung eines 100-Schritte Verbandes. Das bedeutet, dass der maximale der Gegenpartei zu zahlende Betrag diese Summe nicht überschreiten sollte. Man kann die Optionsanalyse weiter komplizieren, indem man die tatsächlichen Ersparnisse auf der Basis des Gegenwartswertes analysiert. Zum Beispiel, wird die Option innerhalb der ersten fünf Jahre ausgeübt, beziehen sich die Ersparnisse auf $75M; wird sie während der letzten fünf Jahre ausgeübt, dann beschränken sich die Ersparnisse auf nur $50M. Der revidierte Optionswert ist jetzt $10.57M.*

- Ein Herstellungsunternehmen ist an der Auslagerung der Produktion seiner Kinderspielzeuge in einer kleinen chinesischen Provinz interessiert. Auf diese Weise wird das Unternehmen eine Ersparnis der Gesamtkosten von über $20M in Gegenwartswert über das Wirtschaftsleben der Spielzeuge erhalten. Allerdings wurde diese internationale Auslagerung eine niedrigere Qualitätskontrolle, Probleme durch verspäteten Transport, zusätzliche Importkosten und die Aufnahme von zusätzlichen Risiken durch die Unvertrautheit mit lokalen Geschäftspraktiken mit sich bringen. Zudem wird das Unternehmen diese Auslagerung nur in Betracht ziehen, wenn die Qualität der Verarbeitung dieser chinesischen Firma den erforderlichen strengen Qualitätsmaßstäben entspricht. Der Nettogegenwartswert dieser bestimmten Spielzeugart ist $100M mit einer Volatilität von 25%. Die Führungskräfte des Unternehmens beschließen eine Kontraktionsoption zu kaufen, indem sie eine kleine Herstellungsfirma in China auffinden und einige Mittel auslegen, um eine *Machbarkeitsstudie in kleinem Maßstab* zu probieren (so können Sie die Ungewissheiten der Qualität, des Wissens, der Import-Export-Probleme und so weiter reduzieren). Wenn die Studie sich als erfolgreich erweist, wird das Unternehmen zustimmen, 20% seines Nettogewinns an diesen kleinen chinesischen Hersteller als Entlohnung für dessen Dienste zu bezahlen, plus einige Startup-Gebühren. Die Frage ist, wie wertvoll ist diese Kontraktionsoption, das heißt, wie viel sollte das Unternehmen bereit sein zu bezahlen, im Durchschnitt, um die anfängliche Startup-Gebühren plus die Kosten dieser Machbarkeitsstudienphase zu decken? *Das Ergebnis einer Kontraktionsoptionsbewertung unter Verwendung von SLS zeigt, dass die Option einen Wert von $1.59M hat, angenommen ein 5% risikofreier Satz für die 1-Jahr Testperiode. Deshalb, solange die Gesamtkosten für eine Probeuntersuchung weniger als $1.59M sind, ist es Optimal diese Option zu beschaffen, insbesondere wenn das eine potentielle Ersparnis von über $20M bedeuten kann.*

Das Bild 25 zeigt eine einfache 10-Schritte Kontraktionsoption, während das Bild 26 dieselbe Option unter Verwendung eines 100-Schritte Verbandes zeigt (die verwendete Beispielsdatei ist *Kontraktion amerikanische und europäische Option*). Das Bild 27 zeigt eine 5-Jahre bermudische Kontraktionsoption mit einer 4-Jahre Vesting-Periode (Blackoutschritte von 0 bis 80 von einem 5-Jahre, 100-Schritte Verband), wobei der Optionsinhaber die Option während der ersten vier Jahre nur offen halten und sie nicht ausüben kann (die verwendete Beispielsdatei ist *Kontraktion bermudische Option*). Das Bild 28 zeigt eine angepasste Option mit einer Blackout-Periode und die Ersparnisse der Kontraktionsänderungen im Laufe der Zeit (die verwendete Beispielsdatei ist *Kontraktion angepasste Option*). Diese Ergebnisse beziehen sich auf das Beispiel der aeronautischen Herstellung.

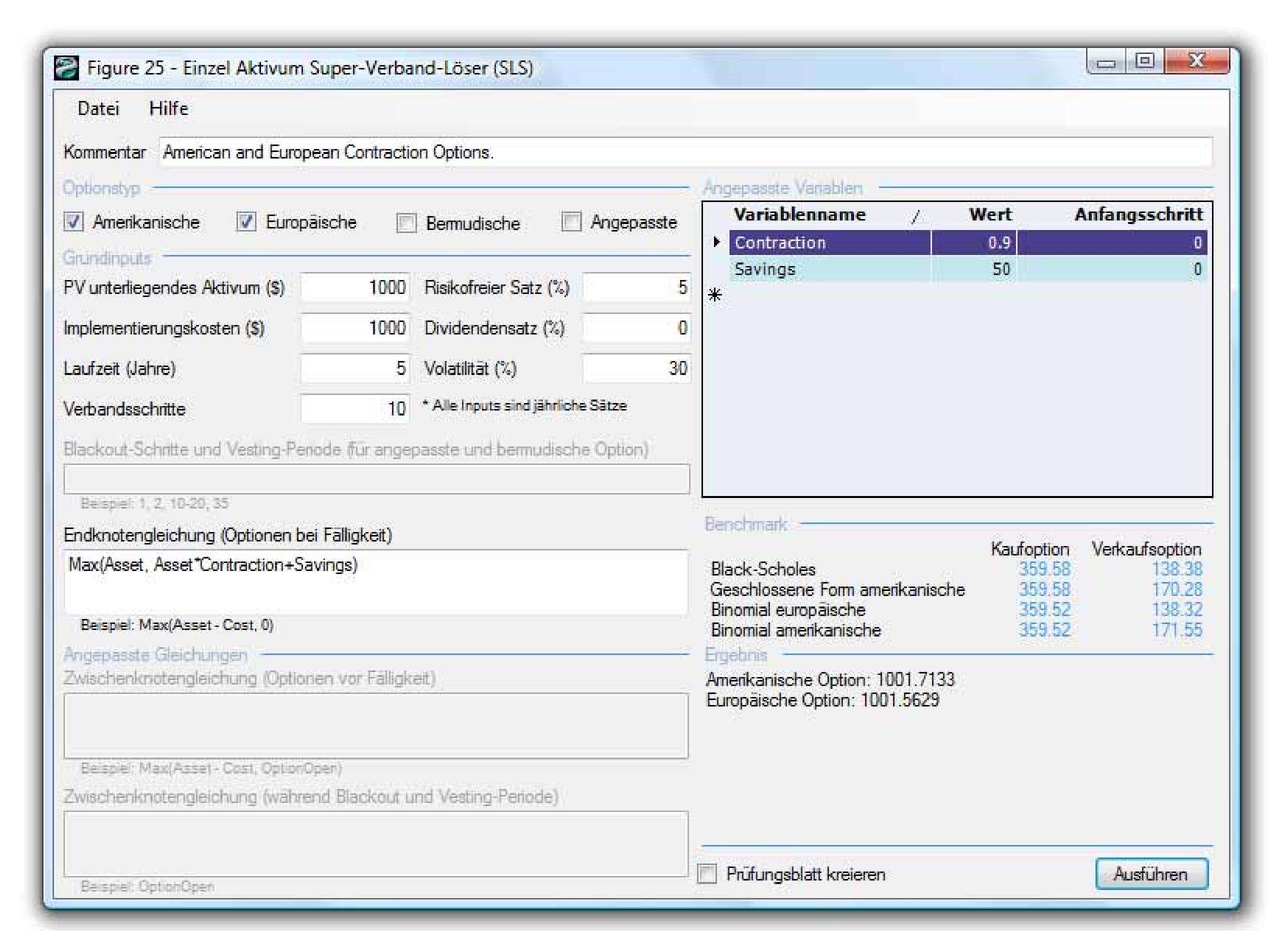


Bild 25 – Eine einfache amerikanische und europäische Kontraktionsoption mit einem 10-Schritte Verband

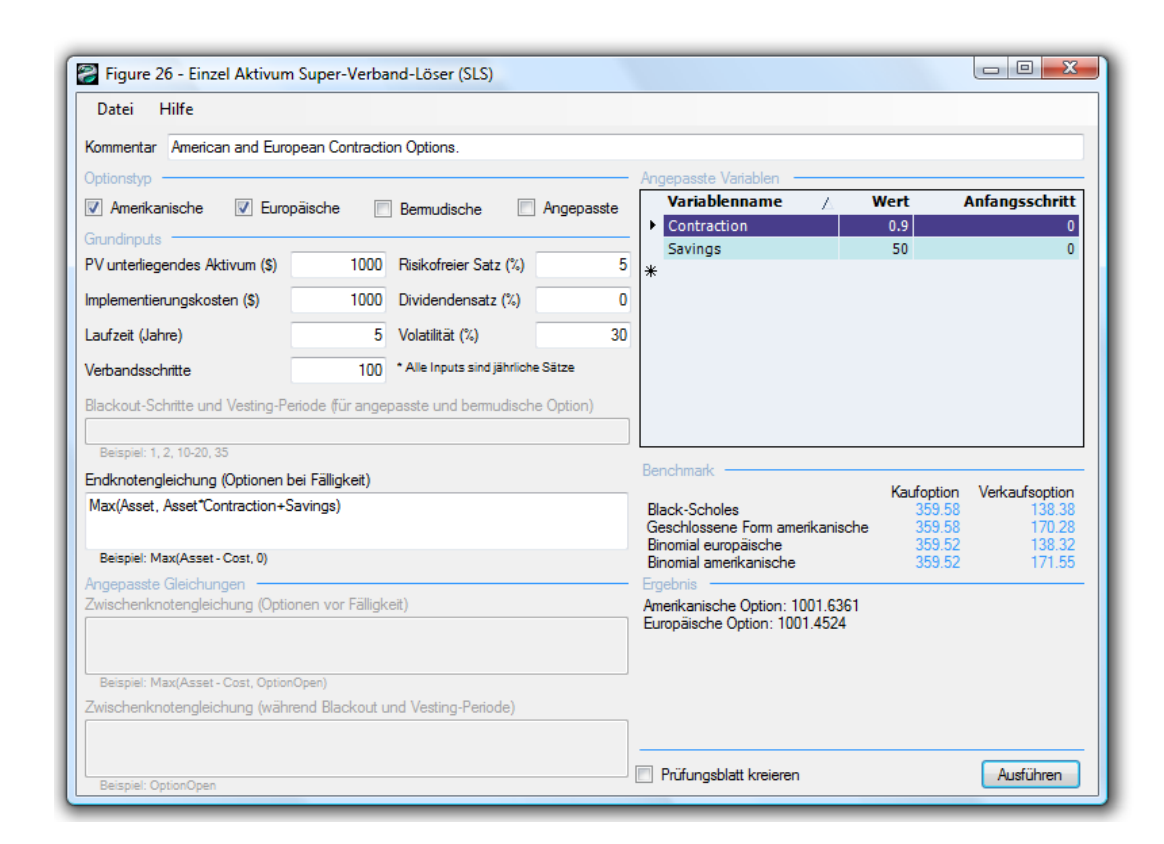


Bild 26 – Amerikanische und europäische Kontraktionsoptionen mit einem 100-Schritte Verband

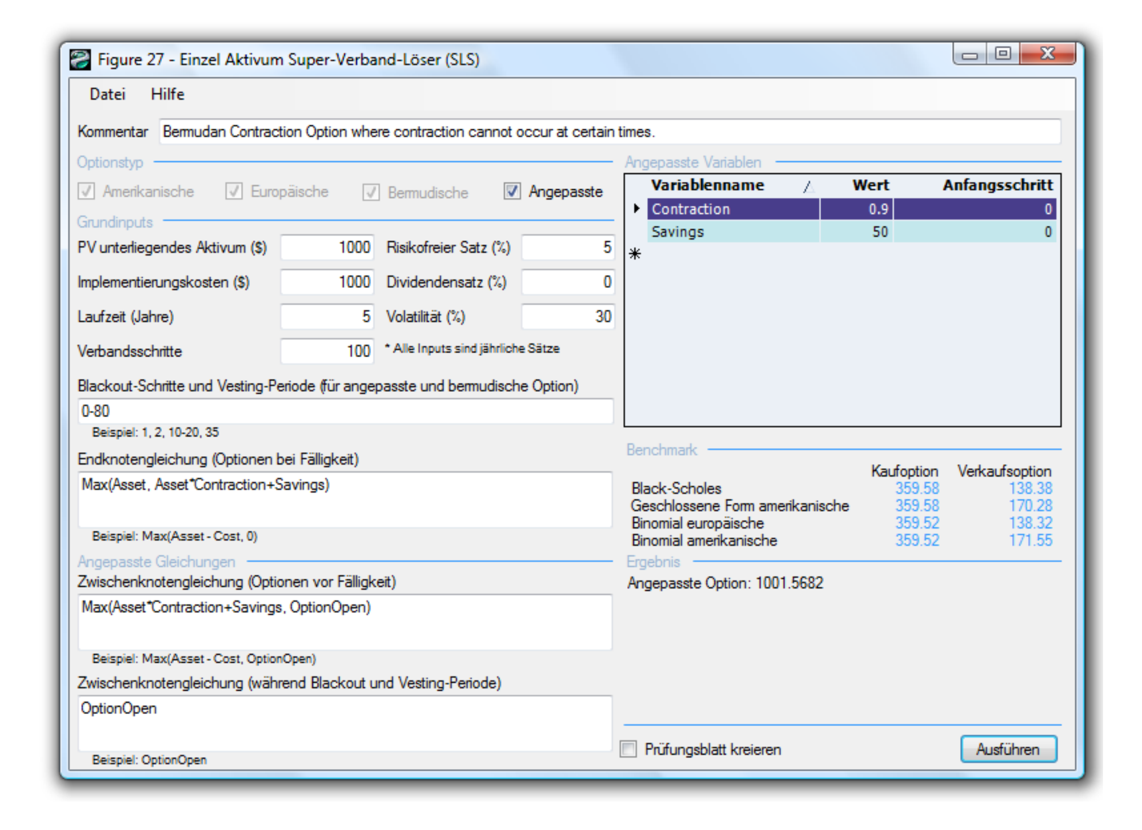


Bild 27 – Eine bermudische Kontraktionsoption mit Blackout Vesting-Perioden

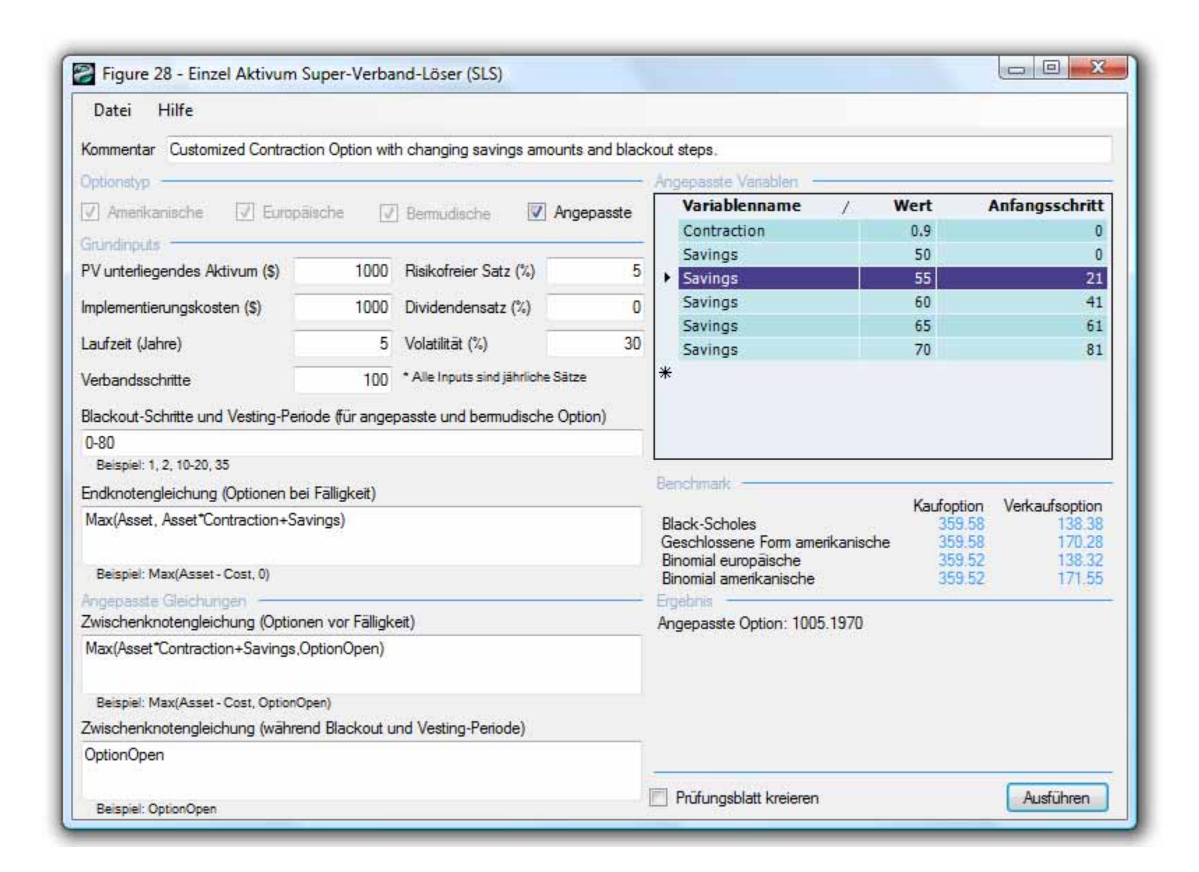


Bild 28 – Eine angepasste Kontraktionsoption mit wechselnden Ersparnissen

Amerikanische, europäische, bermudische und angepasste Expansionsoptionen

Die *Expansionsoption* bewertet die Flexibilität der Expandierung von einer aktuell existierenden Situation zu einer größeren oder expandierten Situation. Deshalb muss es schon eine existierende Lage oder Situation geben, um die Expansionsoption zu verwenden. Das heißt, es muss einen Grundfall geben, auf dem man expandieren kann. Wenn es keine Grundfallsituation gibt, ist die einfache *Ausführungsoption* (berechnet unter Verwendung der einfachen *Kaufoption*) angemessener, wobei das zu entscheidende Problem ist, ob man ein Projekt sofort ausführen oder ob man die Ausführung verschieben soll.

Als Beispiel, nehmen wir an, dass eine Wachstumsfirma eine statische Bewertung der zukünftigen Profitabilität hat, die bei $400 Millionen (*PV Aktivum)* berechnet wird, unter Verwendung eines Modells mit einem diskontierten Cashflow (in anderen Worten, der Gegenwartswert der erwarteten zukünftigen Cashflows, diskontiert mit einem angemessenen dem Markt-RisikokorrigiertenDiskontsatz). Unter Verwendung einer Monte-Carlo-Simulation berechnen Sie, dass die implizite *Volatilität* der logarithmischen Erträgen des Aktivums, basierend auf den prognostizierten zukünftigen Cashflows, bei 35% liegt. Der *risikofreie Satz* eines risikofreien Aktivums (US-Bundesschatzschein mit Null-Coupons) für die nächsten fünf Jahre ist 7%.

Nehmen wir weiter an, dass die Firma die Option zu expandieren und ihre Operationen zu verdoppeln hat, indem sie ihren Konkurrenten jederzeit im Laufe der nächsten fünf Jahren (*Laufzeit*) für eine Summe von $250 Millionen (*Implementierungskosten*) kaufen kann. Was ist der Gesamtwert dieser Firma, angenommen Sie berücksichtigen diese Expansionsoption? Die Ergebnisse im Bild 29 deuten darauf hin, dass der strategische Wert des Projektes bei $638.73M liegt (unter Verwendung eines 10-Schritte Verbandes), was bedeutet, dass der Wert der Expansionsoption $88.73M ist. Dieses Ergebnis wird erzielt, weil der Nettogegenwartswert der sofortigen Ausübung $400M x 2 – $250M, oder $550M ist. Demnach, $638.73M minus $550M ist $88.73M, der Wert der Fähigkeit des *Verschiebens* und des Abwartens vor der Ausübung der Expansionsoption. Die verwendete Beispielsdatei ist *Expansion amerikanische und europäische Option*.

Erhöhen Sie den Dividendensatz auf, sagen wir, 2% und bemerken Sie, dass sowohl die amerikanische als auch die europäische Expansionsoption jetzt weniger Wert sind, und dass die amerikanische Expansionsoption wertvoller als die europäische Expansionsoption ist, aufgrund der Möglichkeit die amerikanische Option frühzeitig auszuüben (Bild 30). Der Dividendensatz deutet an, dass die Kosten des Wartens zu expandieren, des Verschiebens und der nicht Ausübung, die Alternativkosten des Abwartens vor der Optionsausübung, und die Optionshaltungskosten hoch sind, dann reduziert sich die Fähigkeit zu verschieben. Erhöhen Sie zudem den *Dividendensatz* auf 4.9% und sehen Sie, dass das Ergebnis des Binomialverbandes der angepassten Option zurück zu $550 kehrt, (das statische, expandiere-jetzt Szenario), was darauf hinweist, dass die Option wertlos ist (Bild 31). Dieses Ergebnis bedeutet, dass wenn die Abwartekosten, als Proportion des Aktivumwertes (gemessen an dem Dividendensatz), zu hoch sind, eine sofortige Ausübung besser ist als Zeit zu verlieren und die Expansionsentscheidung zu verschieben! Natürlich kann man diesen Entschluss aufheben, wenn die Volatilität bedeutend genug ist, um für die Abwartekosten zu kompensieren. Das heißt, es könnte sich lohnen abzuwarten und zu sehen, ob die Ungewissheit zu hoch ist auch wenn die Abwartekosten hoch sind.

Es gibt zahlreiche andere Anwendungen dieser Option! Zur Erläuterung folgen einige zusätzliche schnelle Beispiele der Expansionsoption (wie zuvor werden einige zusätzliche Beispielsübungen bereitgestellt):

- Nehmen wir folgendes an: ein Pharma-Konzern denkt an die Entwicklung eines neuen zu inhalierenden Typs von Insulin und das Medikament wird direkt im Blutstrom absorbiert. Eine neuartige und ehrenwerte Idee. Stellen Sie sich vor was das für Diabetiker bedeutet, die nicht mehr auf schmerzhafte und häufige Injektionen angewiesen sein würden. Das Problem ist, dass dieser neue Typ von Insulin einen brandneuen Entwicklungsaufwand erfordert, aber wenn die Ungewissheiten des Markts, der Konkurrenz, der Arzneientwicklung und der FDA-Zulassung hoch sind, wird vielleicht erst ein einzunehmendes Insulin-Grundmedikament entwickelt. Die einzunehmende Version ist ein erforderlicher Vorläufer der zu inhalierenden Version. Der Pharma-Konzern kann beschließen, entweder das Risiko einzugehen und die Entwicklung der zur inhalierenden Version zu beschleunigen oder eine Verschiebungsoption zu kaufen, um erst abzuwarten und zu sehen, ob die einzunehmende Version funktioniert. Wenn dieser Vorläufer funktioniert, dann hat der Konzern die Option in die zu inhalierende Version zu expandieren. Wie viel sollte der Konzern bereit sein auszugeben, um weitere Tests auf dem Vorläufer durchzuführen, und unter welchen Umständen sollte die zu inhalierende Version direkt implementiert werden? Nehmen wir an, dass die Entwicklungsarbeit auf den Zwischenvorläufer einen Nettogegenwartswert von $100M ergibt, aber dass man jederzeit innerhalb der nächsten zwei Jahre zusätzliche $50M in dem Vorläufer investieren kann, um ihn zur zu inhalierenden Version zu entwickeln, was den Nettogegenwartswert verdreifachen wird. Allerdings, nach der Modellierung der Risiken des technischen Erfolgs und den Ungewissheiten des Markts (Konkurrenzbedrohungen, Umsatz and Preisstruktur) findet man heraus, dass die jährliche Volatilität der Cashflows, unter Verwendung der Methode der logarithmischen Gegenwartswerterträge, bei 45% liegt. Angenommen, dass der risikofreie Satz für die 2-Jahr Periode 5% ist. *Unter Verwendung von SLS ergibt die Analyse einen Wert von $254.95M, was darauf hindeutet, dass das Abwarten und Aufschieben der Option einen Wert von über $4.95M bringt, unter Berücksichtigung des Nettogegenwartswert der sofortigen Ausübung von $250M. Wenn man mit verschiedenen Szenarien spielt, findet man den Breakeven-Punkt, wenn die Dividendenrendite 1.34% ist. Das bedeutet, wenn die Abwartekosten (verlorene Nettoverkaufseinnahmen durch die Verfolgung des kleineren statt des größeren Markts und Marktanteilverluste durch das Verschieben) die Summe von $1.34M pro Jahr überschreiten, dann ist es nicht Optimal abzuwarten und der Pharma-Konzern sollte sofort an der zu inhalierende Version arbeiten. Der Verlust der jährlich generierten Erträge deckt die zugezogenen Risiken nicht hinreichend ab.*

- Eine Erdöl- und Gasgesellschaft entscheidet derzeit für über Tiefseeexplorations- und Bohrprojekt. Die Bohrinsel liefert einen erwarteten Nettogegenwartswert von $1,000M. Das Projekt ist voller Risiken (der Ölpreis und die Produktionsrate sind beide Ungewiss) und die jährliche Volatilität wird mit 55% berechnet. Die Gesellschaft denkt an den Kauf einer Expansionsoption, indem sie zusätzliche $10M ausgibt, um eine etwas größere Bohrinsel, als ihre aktuellen Bedürfnisse erfordern, zu bauen. Wenn jedoch der Ölpreis hoch oder wenn die Produktionsrate niedrig ist, kann die Gesellschaft diese Option ausüben und weitere Bohrungen ausführen, um mehr Öl zum Verkauf beim höheren Preis zu erhalten, was zusätzliche $50M kosten und dabei den Nettogegenwartswert um 20% erhöhen wird. Das Wirtschaftsleben dieser Bohrinsel ist 10 Jahre und der risikofreie Satz für den entsprechenden Zeitraum ist 5%. Lohnt sich diese Beschaffung einer etwas größeren Bohrinsel? *Unter Verwendung von SLS stellt sich heraus, dass der Optionswert bei $27.12M liegt,*

wenn man einen 100-Schritte Verband anwendet. Daher lohnen sich die Optionskosten von $10M. Allerdings lohnt sich diese Expansionsoption nicht, wenn die jährlichen Dividenden mehr als 0.75% oder $7.5M pro Jahr sind – das sind die jährlich verlorenen Nettoeinnahmen als Prozent des Nettogegenwartswertes des Grundfalls, wenn man abwartet und nicht bohrt.

Das Bild 32 zeigt eine bermudische Expansionsoption mit bestimmten Vesting- und Blackoutschritten, während das Bild 33 eine angepasste Expansionsoption, mit Berücksichtigung des im Laufe der Zeit wechselnden Expansionsfaktors, anzeigt. Natürlich gibt es andere Arten der Anpassung einer Expansionsoption, einschließlich der Änderung der Implementierungskosten für die Expansion, und so weiter.

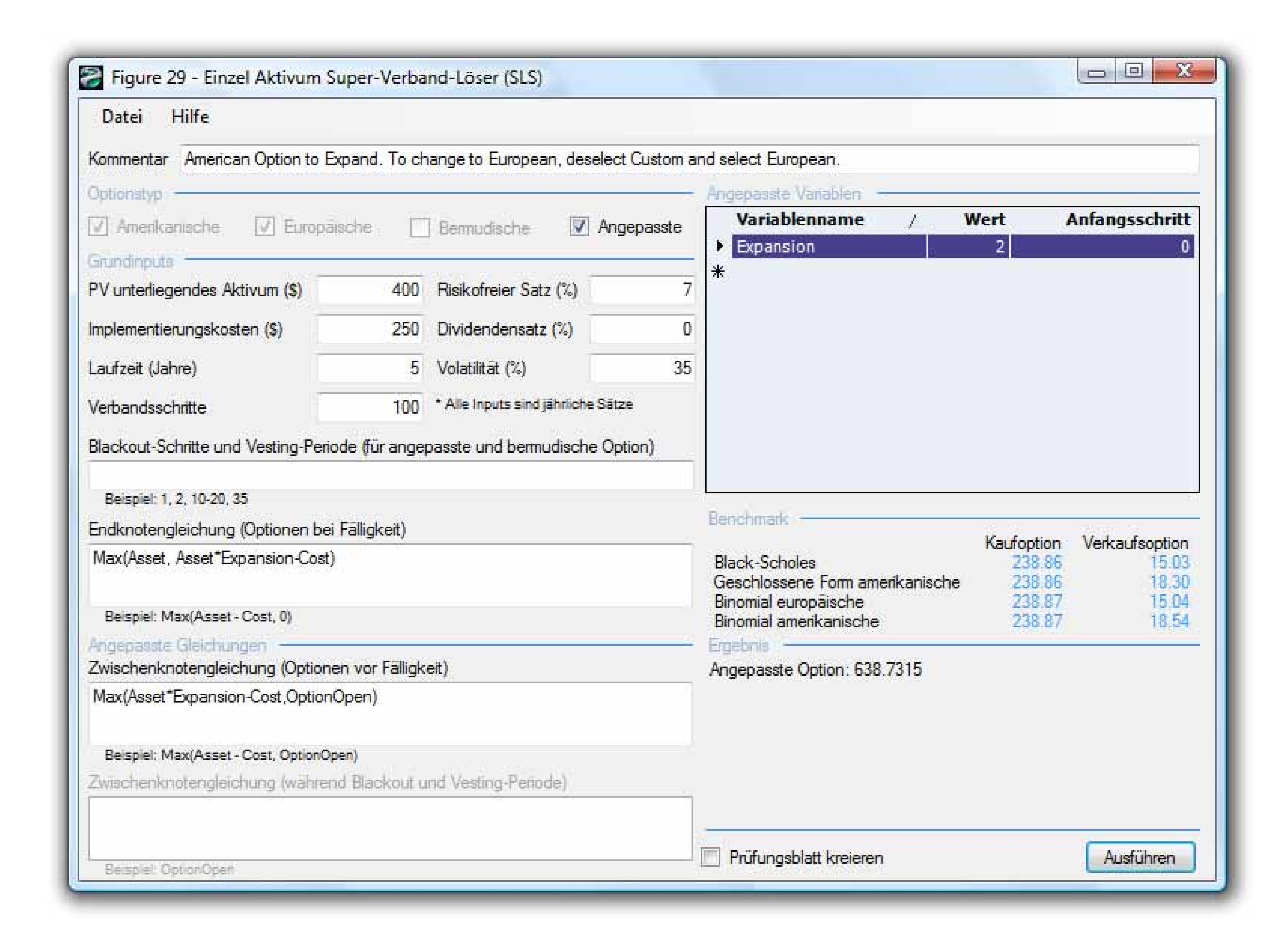


Bild 29 – Amerikanische und europäische Expansionsoptionen mit einem 100-Schritte Verband

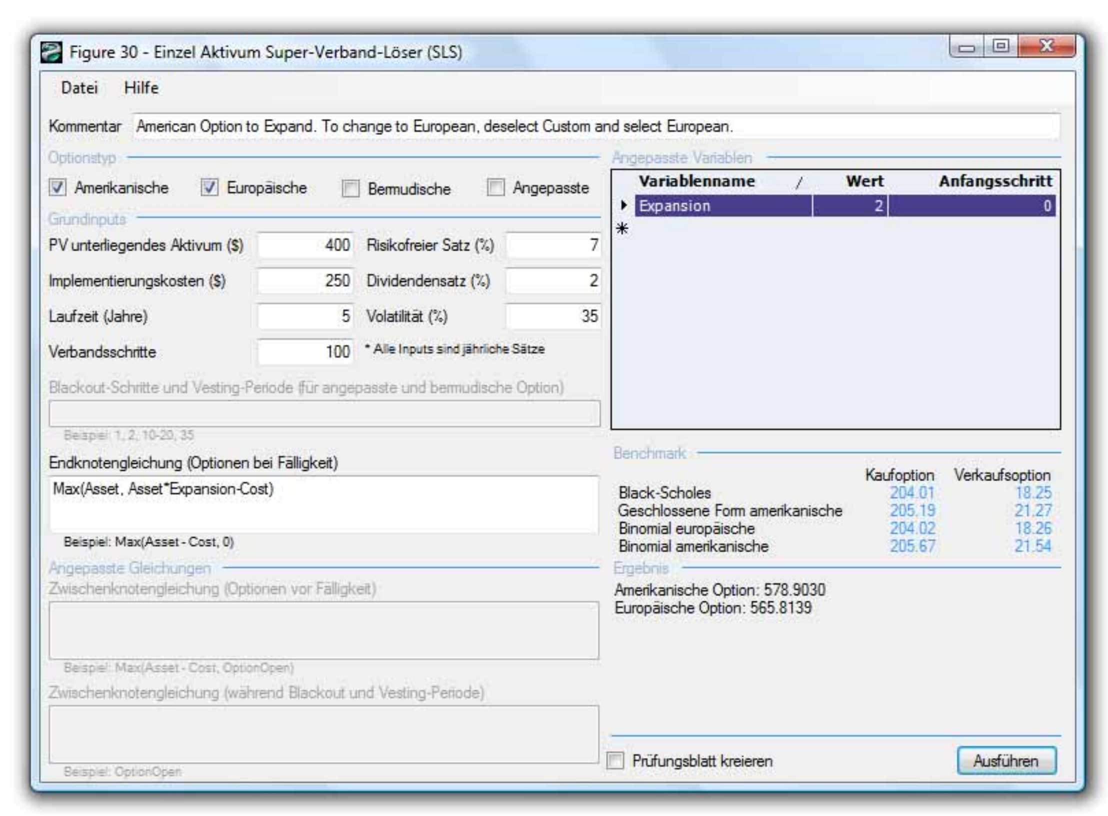


Bild 30 – Amerikanische und europäische Expansionsoptionen mit einem Dividendensatz

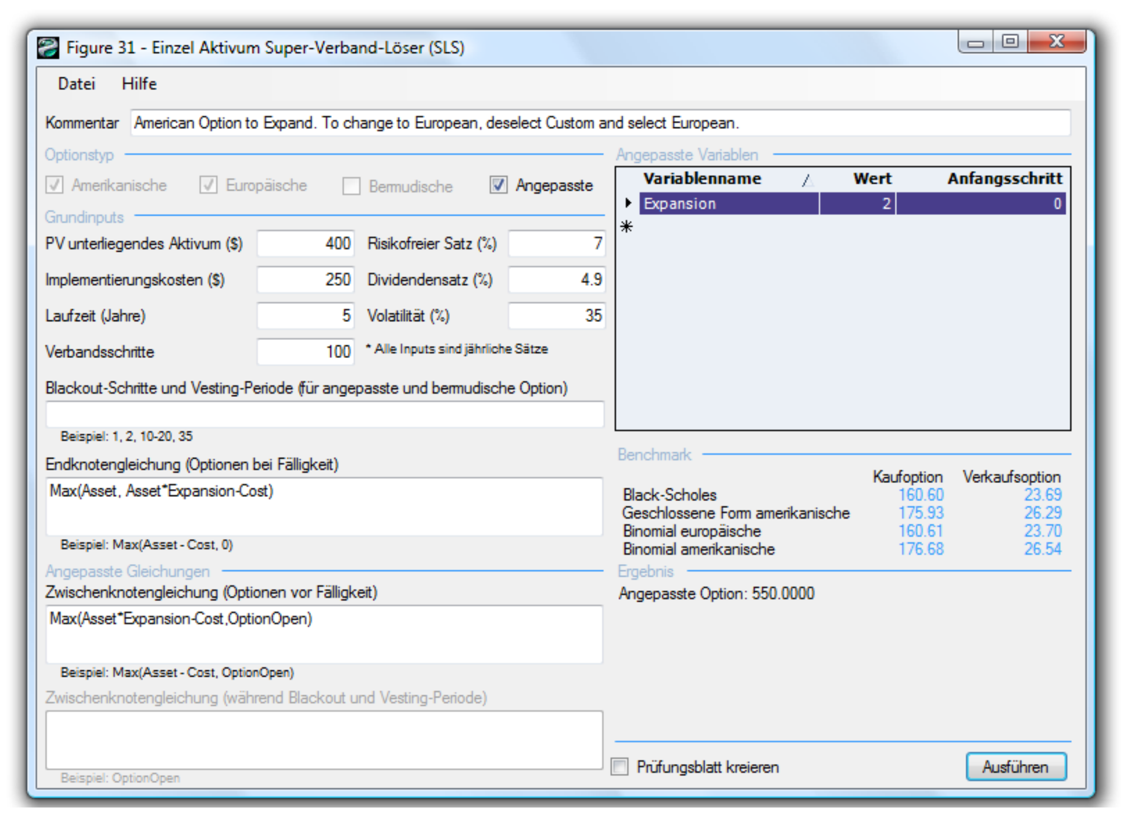


Bild 31 – Dividendensatz Optimaler Trigger-Wert

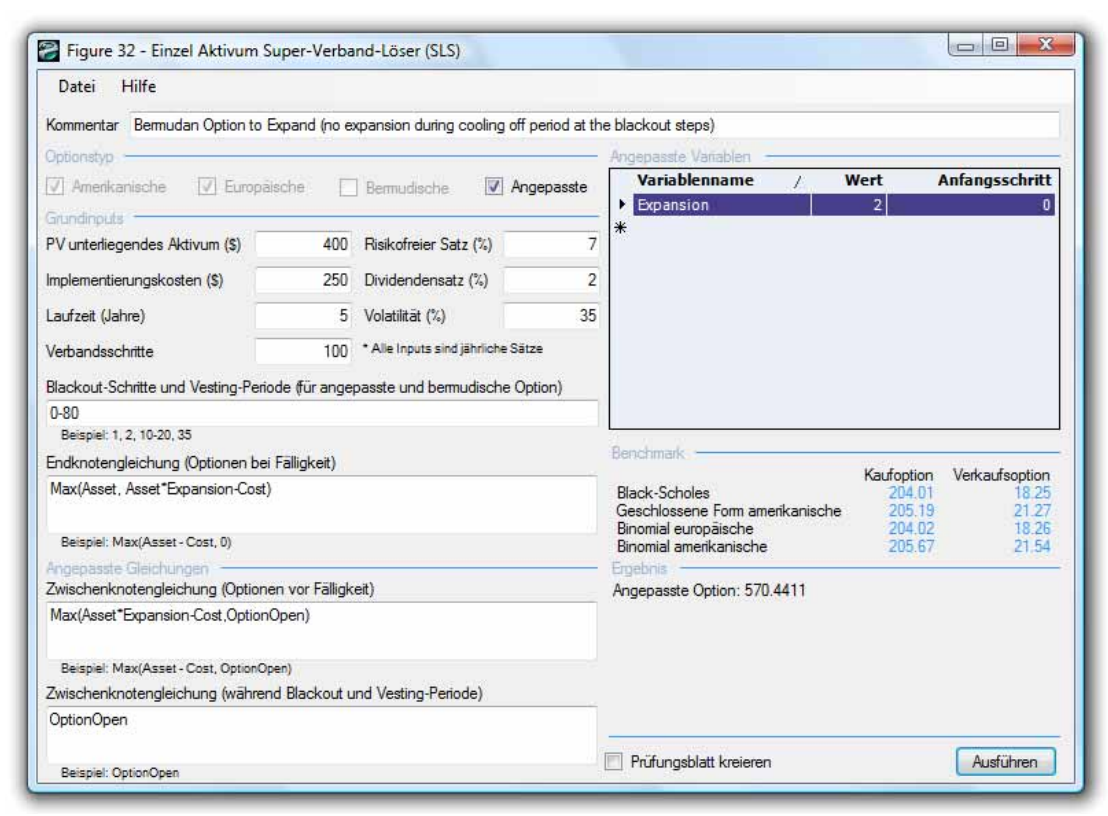


Bild 32 – Bermudische Expansionsoption

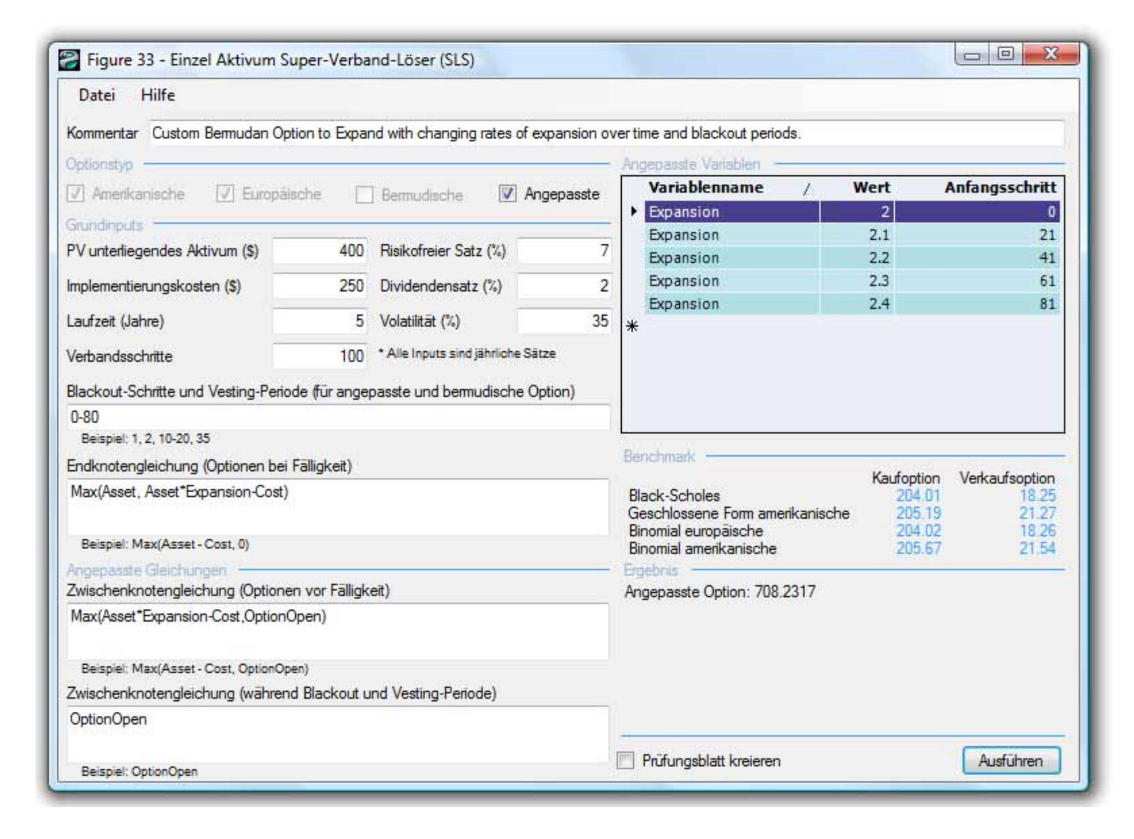


Bild 33 – Angepasste Expansionsoption

Kontraktions-, Expansions- und Abbruchsoptionen

Die *Kontraktions-, Expansions- und Abbruchsoption* trifft zu, wenn eine Firma drei ***konkurrierende und sich gegenseitig ausschließende*** Optionen zur Auswahl zu verschiedenen Zeitpunkten bis zur Fälligkeit auf ein einzelnes Projekt hat. Seien Sie sich bewusst, dass das ein sich gegenseitig ausschließender Satz von Optionen ist. Das heißt, Sie können keine Kombinationen der Expansion, der Kontraktion oder des Abbruchs gleichzeitig ausüben. Man kann nur eine Option zu jeder Zeit ausüben. Das heißt, für sich gegenseitig ausschließenden Optionen, verwenden Sie ein Einzel-Modell, um den Optionswert, wie im Bild 34 angezeigt, zu berechnen (verwendete Beispielsdatei: *Expandieren Kontraktieren Abbrechen amerikanische und europäische Option*). Allerdings, wenn die Optionen sich nicht gegenseitig ausschließen, berechnet man sie individuell in verschiedenen Modellen und addiert die Werte für den Gesamtwert der Strategie.

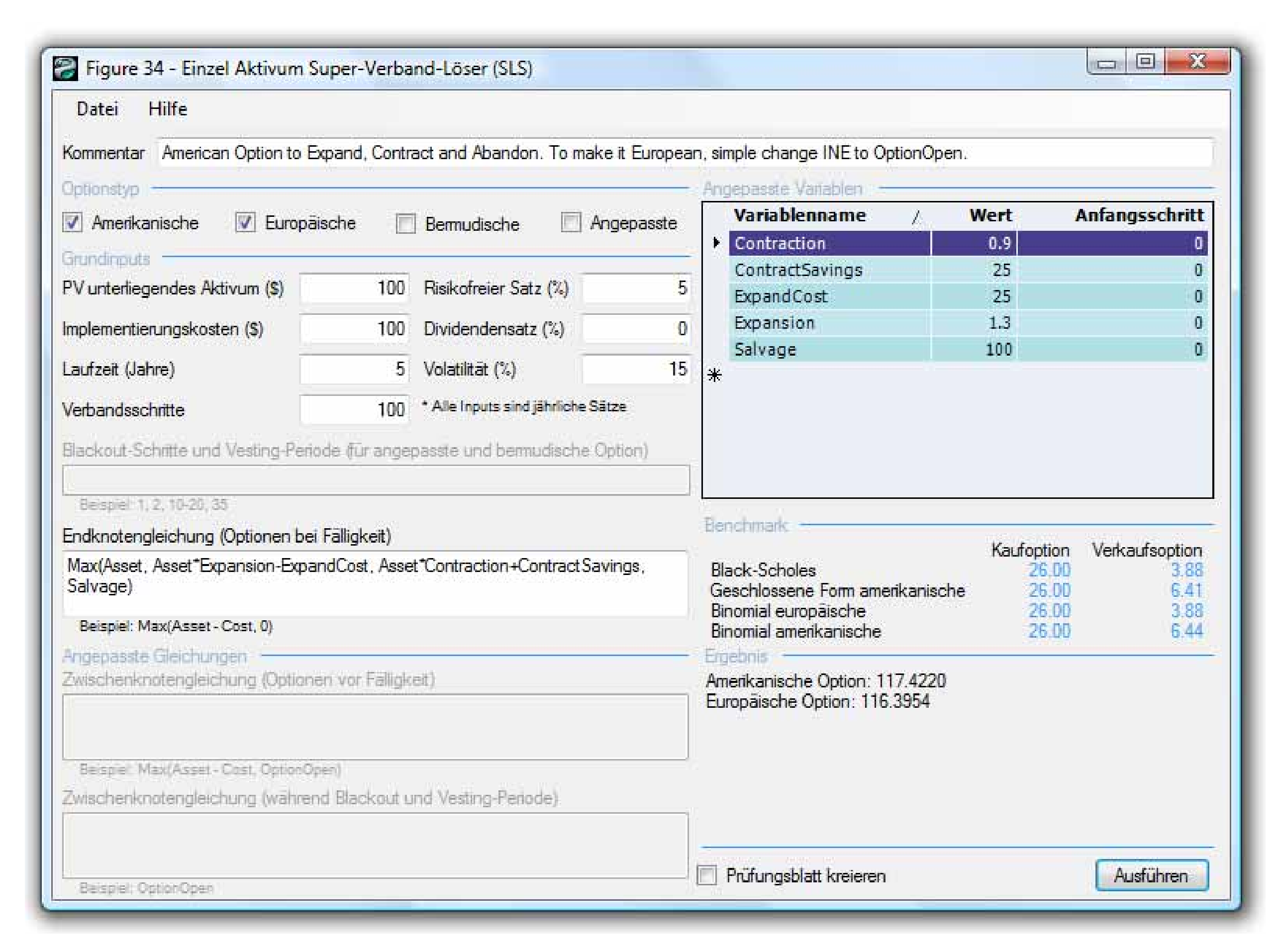


Bild 34 – Amerikanische, europäische und angepasste Optionen zum Expandieren, Kontraktieren und Abbrechen

Das Bild 35 zeigt eine bermudische Option mit denselben Parametern aber mit bestimmten Blackout-Perioden (verwendete Beispielsdatei: *Expandieren Kontraktieren Abbrechen bermudische Option*). Das Bild 36 (verwendete Beispielsdatei: *Expandieren Kontraktieren Abbrechen angepasste Option I*) erläutert indes eine komplexere angepasste Option, wobei, während einer bestimmten früheren Vesting-Periode, die Option zu expandieren noch nicht existiert (vielleicht ist die sich entwickelnde Technologie in der Frühphase noch nicht reif genug, um sie in irgendeine Spin-Off-Technologie zu expandieren). Außerdem, während der Post-Vesting-Periode, aber vor der Fälligkeit, existiert die Option zu kontraktieren oder abbrechen nicht (vielleicht wird die Technologie jetzt für Spin-Off-Möglichkeiten geprüft), und so weiter. Zuletzt, das Bild 37 verwendet dasselbe Beispiel wie im Bild 36, aber jetzt ist es den Input-Parametern (Restwert) erlaubt, sich im Laufe der Zeit zu ändern, möglicherweise um den Wertanstieg des Projektes, des Aktivums oder der Firma zu berücksichtigen, wenn in verschiedenen Zeitpunkten abgebrochen (verwendete Beispielsdatei: *Expandieren Kontraktieren Abbrechen angepasste Option II*).

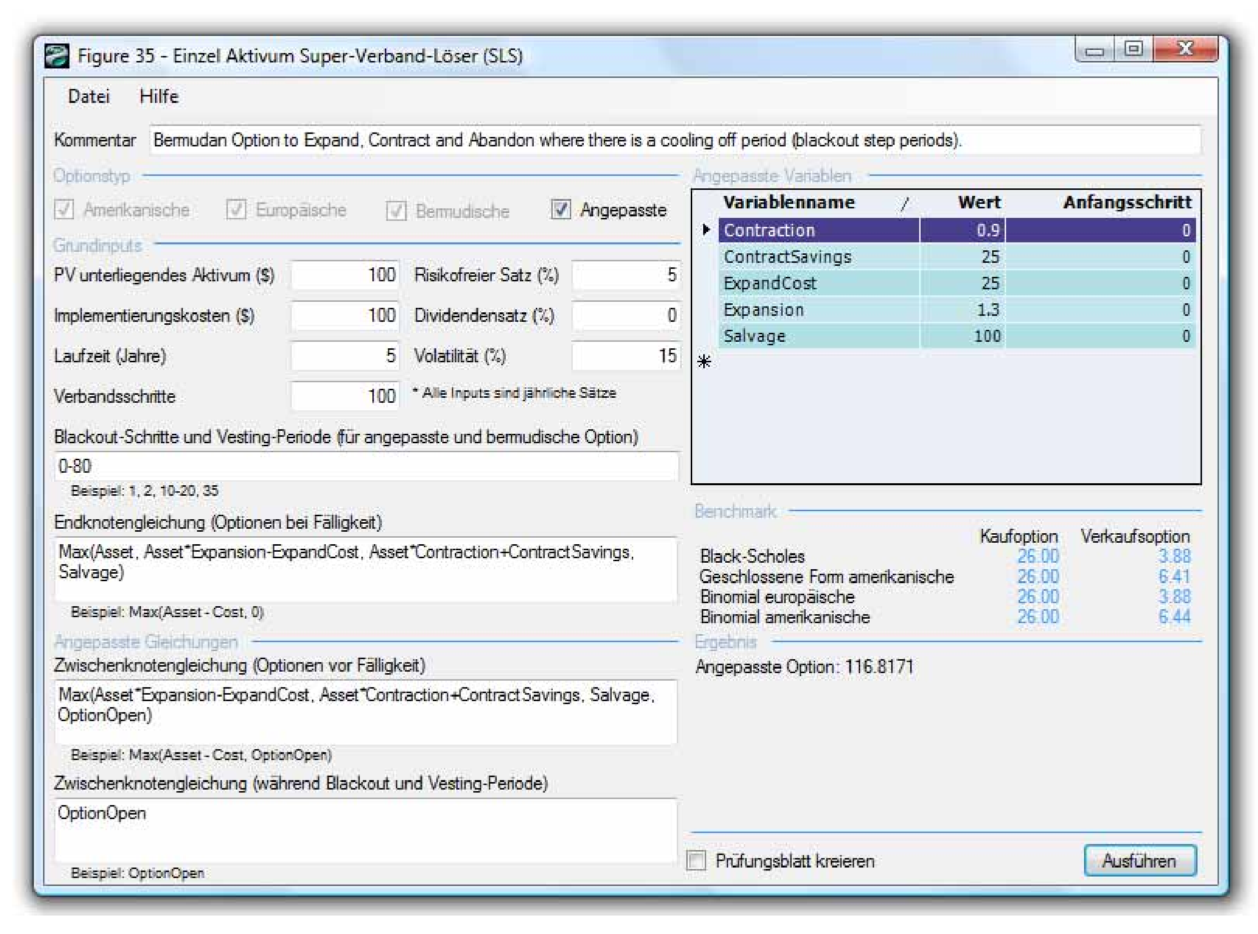


Bild 35 – Bermudische Option zum Expandieren, Kontraktieren und Abbrechen

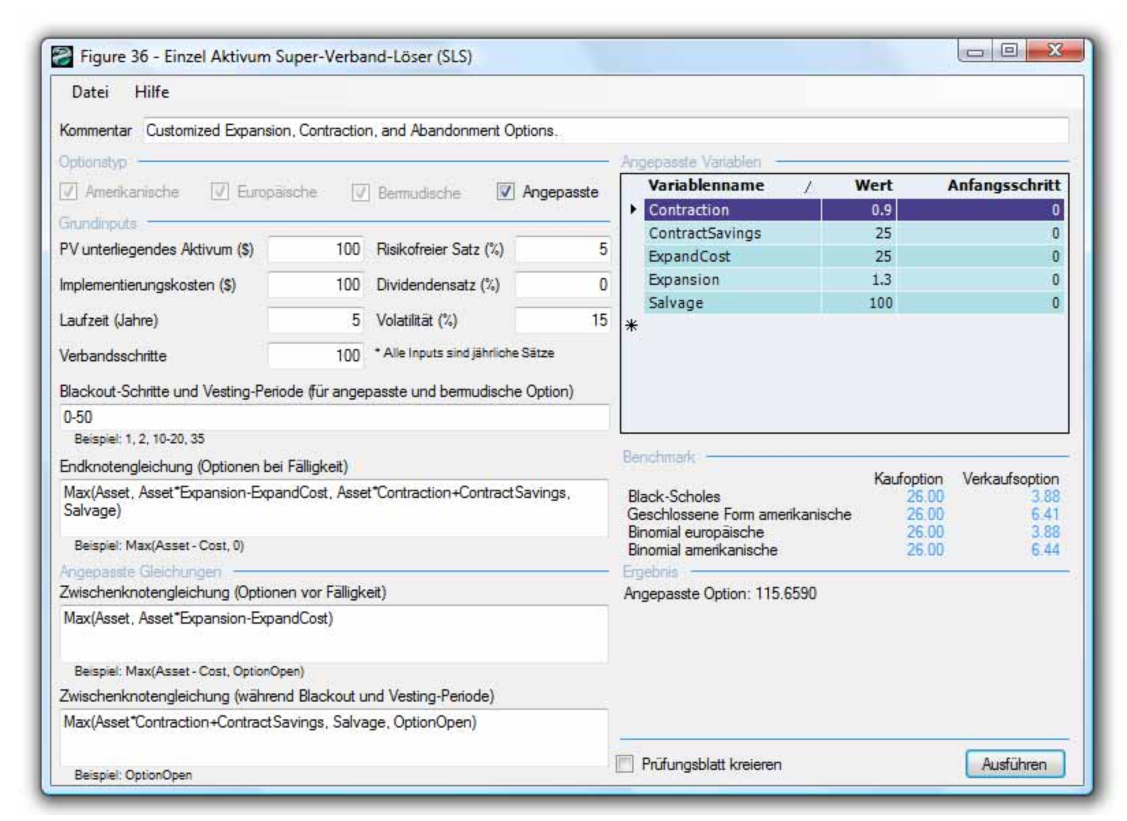


Bild 36 – Angepasste Optionen mit gemischten Möglichkeiten zum Expandieren, Kontraktieren und Abbrechen

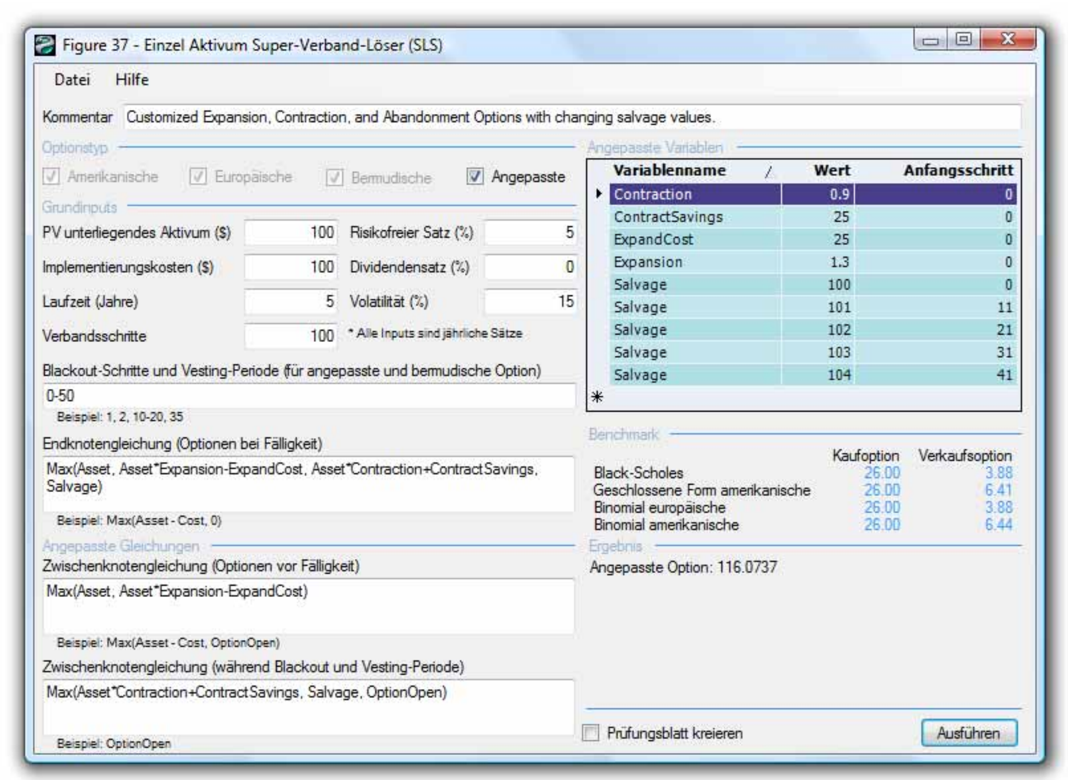


Bild 37 – Angepasste Optionen mit gemischten Möglichkeiten zum Expandieren, Kontraktieren und Abbrechen mit wechselnden Input-Parametern

Amerikanische, europäische und bermudische Grundkaufoptionen

Das Bild 38 zeigt die Berechnung von amerikanischen, europäischen und bermudischen Grundoptionen ohne Dividenden (verwendete Beispielsdatei: *Grund amerikanische, europäische gegen bermudische Kaufoptionen*). Das Bild 39 zeigt indes die Berechnung derselben Optionen, aber mit einer Dividendenrendite. Selbstverständlich kann man europäische Optionen nur bei der Fälligkeit und nicht vorher ausüben, während man amerikanische Optionen frühzeitig ausüben kann, im Gegenteil zu einer bermudischen Option, die man frühzeitig, außer während der Blackout- oder Vesting-Perioden, ausüben kann. Bitte bemerken Sie, dass die Ergebnisse der drei Optionen ohne Dividenden identisch für einfache Kaufoption sind, aber dass sie sich unterscheiden, wenn Dividenden vorliegen. Wenn Dividenden eingeschlossen werden, in den meisten Grundfällen sind die Werte der einfachen amerikanischen Kaufoption ≥ als die bermudische, die wiederum ≥ als die europäische ist, wie im Bild 39 angezeigt (geben Sie einen Dividendensatz von 5% und die Blackoutschritte von 0-50 ein). Natürlich bezieht sich diese Allgemeingültigkeit nur auf Plain Vanilla Kaufoptionen und gilt nicht unbedingt für andere exotische Optionen (z.B., bermudische Optionen mit Vesting und suboptimalen Ausübungsverhaltensmultiplen neigen gelegentlich zu einem höheren Wert, wenn Blackouts und Vesting stattfinden, als normale amerikanische Optionen mit denselben suboptimalen Ausübungsparametern.).

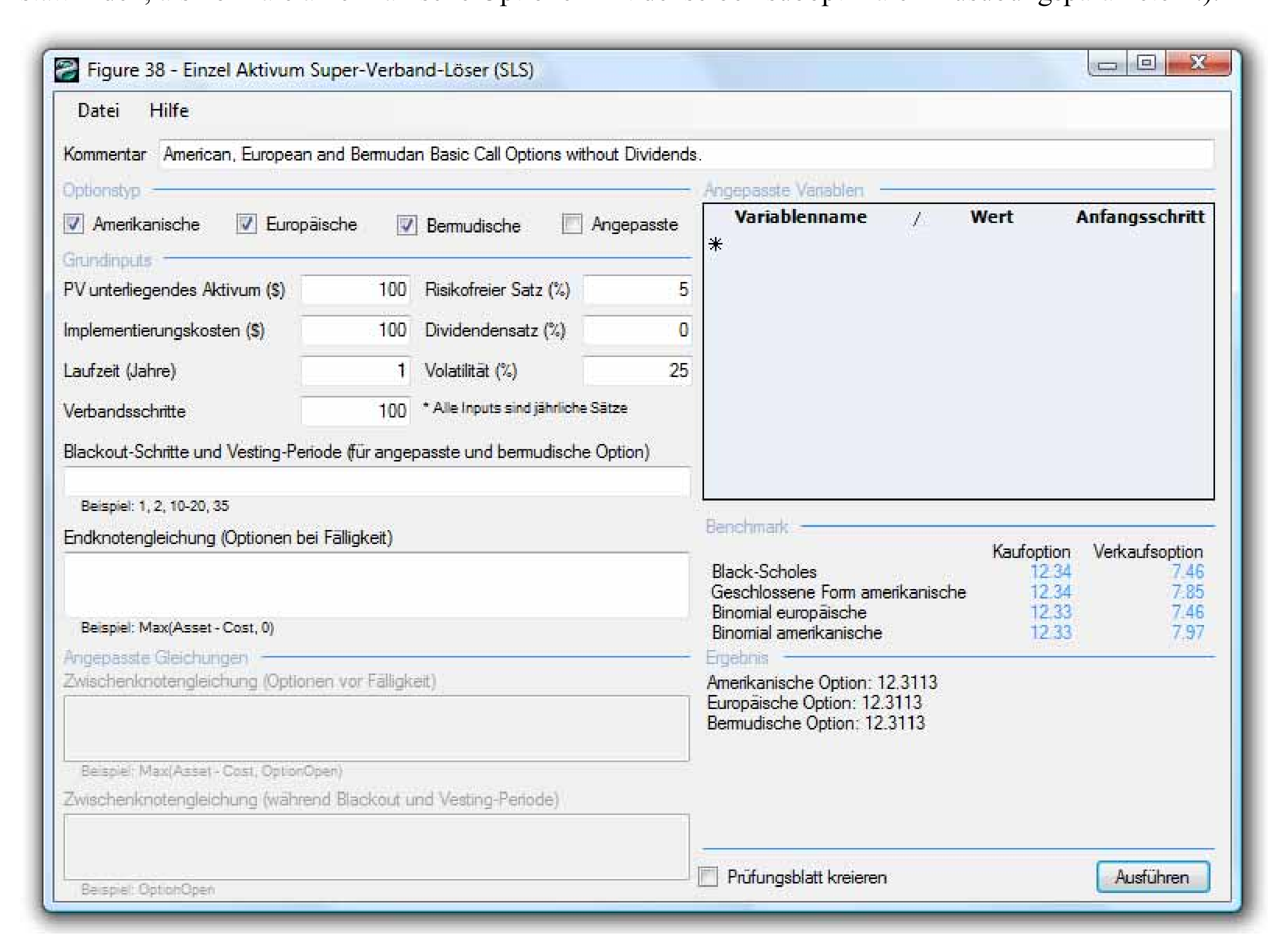


Bild 38 – Einfache amerikanische, bermudische und europäische Optionen ohne Dividenden

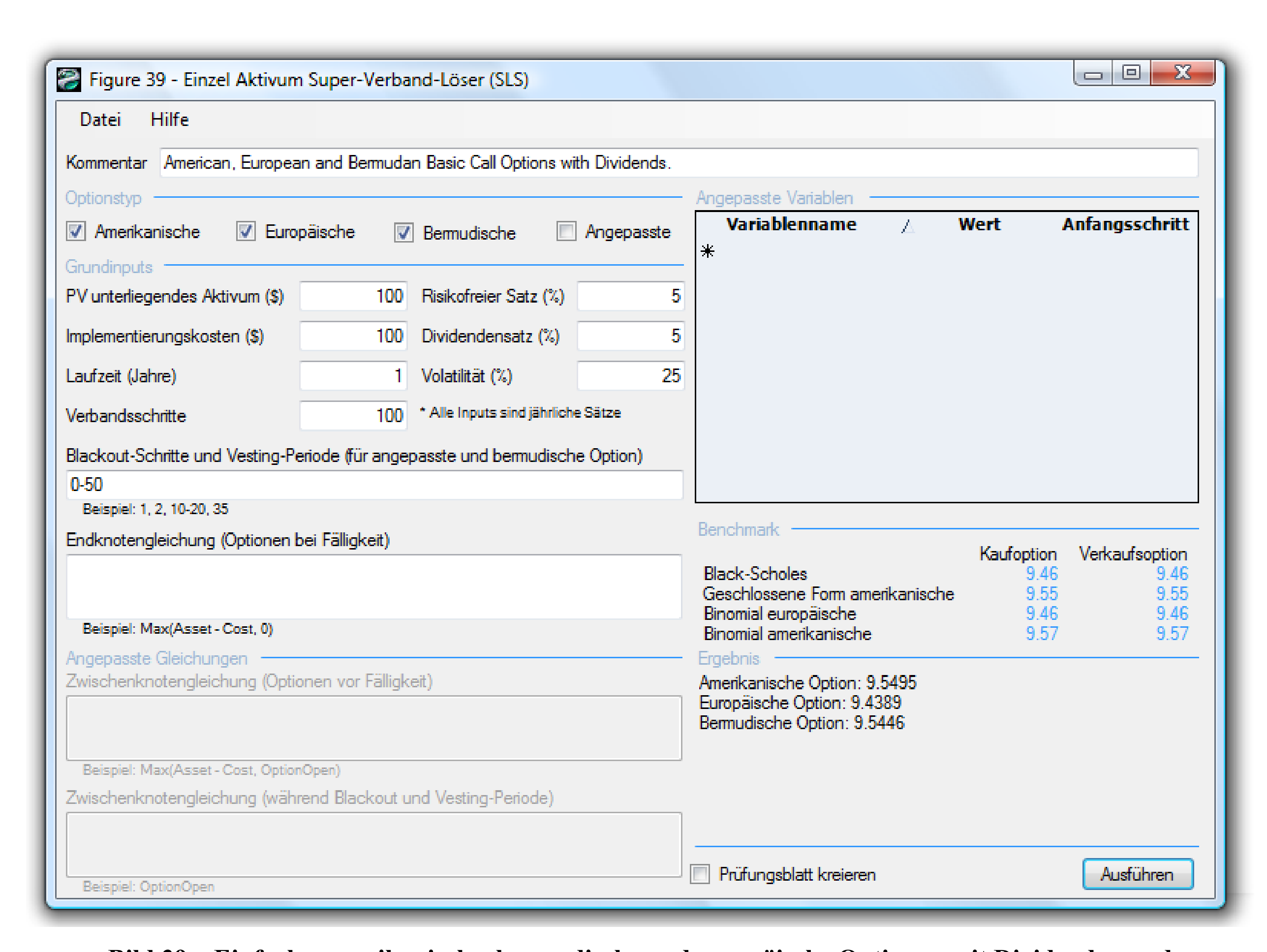


Bild 39 – Einfache amerikanische, bermudische und europäische Optionen mit Dividenden und Blackoutschritte

Amerikanische, europäische und bermudische Grundverkaufsoptionen

Die *amerikanischen und europäischen Verkaufsoptionen* ohne Dividenden werden unter Verwendung von SLS in Bild 40 berechnet. Die Beispielsergebnisse dieser Berechnung zeigen den strategischen Wert des Nettogegenwartswertes des Projektes an und bieten eine Option, das Projekt innerhalb der in Jahren angegebenen *Laufzeit* zu verkaufen. Es könnte sein, dass der Wert des Projektes die Einzelpunktschätzung des *PV Aktivumwertes* (gemessen am Gegenwartswert (PV) aller ungewissen zukünftigen Cashflows diskontiert mit einer risikokorrigierten Ertragsrate) erheblich überschreitet oder darunter liegt. Daher ist die Option zum **Verschieben** und ***Abwarten***, bis ein Teil der Ungewissheit durch den Zeitablauf geklärt ist, wertvoller als eine sofortige Ausübung. Der Wert der Möglichkeit abzuwarten, bevor man die Option ausübt und das Projekt für die *Implementierungskosten* in Gegenwartwerten verkauft, ist der Wert der Option. Der Nettogegenwartswert der sofortigen Ausübung ist lediglich die *Implementierungskosten* minus dem *Aktivumwert* ($0). Der Optionswert der Möglichkeit abzuwarten und den Verkauf des Aktivums, aber nur wenn die Bedingungen sich verschlechtern und der Verkauf optimal wird, zu verschieben, ist der Unterschied zwischen dem berechneten Ergebnis (gesamter strategischer Wert) und dem Nettogegenwartswert, oder $24.42 für die amerikanische Option und $20.68 für die europäische Option. Die amerikanische Verkaufsoption ist wertvoller als die europäische Verkaufsoption, auch wenn es keine Dividenden gibt, im Gegensatz zu den vorher betrachteten Kaufoptionen. Für einfache Kaufoptionen, wenn es keine Dividenden gibt, ist eine frühzeitige Ausübung nie optimal. Dagegen könnte eine frühzeitige Ausübung von Verkaufsoptionen optimal sein, unabhängig von der Existenz von Dividendenrenditen. Tatsächlich, eine Dividendenrendite vermindert den Wert einer Kaufoption aber erhöht den Wert einer Verkaufsoption. Das liegt daran, dass der Wert des Aktivums vermindert wird, wenn Dividenden ausgezahlt werden. Dementsprechend wird die Kaufoption weniger wert und die Verkaufsoption mehr wert sein. Je höher die Dividendenrendite, desto früher sollte man die Kaufoption und desto später die Verkaufsoption ausüben.

Man kann die Verkaufsoption lösen, indem man die Endgleichung als *Max(Kosten–Aktivum,0)* eingibt, wie im Bild 40 angezeigt (verwendete Beispielsdatei: *Plain Vanilla Verkaufsoption*).

Verkaufsoptionen haben ein ähnliches Ergebnis wie Kaufoptionen: wenn Dividenden eingeschlossen sind, in den meisten Grundfällen ist der Wert der Grundverkaufsoptionen von amerikanischen ≥ als von bermudischen ≥ von europäischen. Sie können das Bestätigen, indem Sie einfach den Dividendensatz auf 3% und die Blackoutschritte auf 0-80 einstellen und das SLS-Modul wieder ausführen.

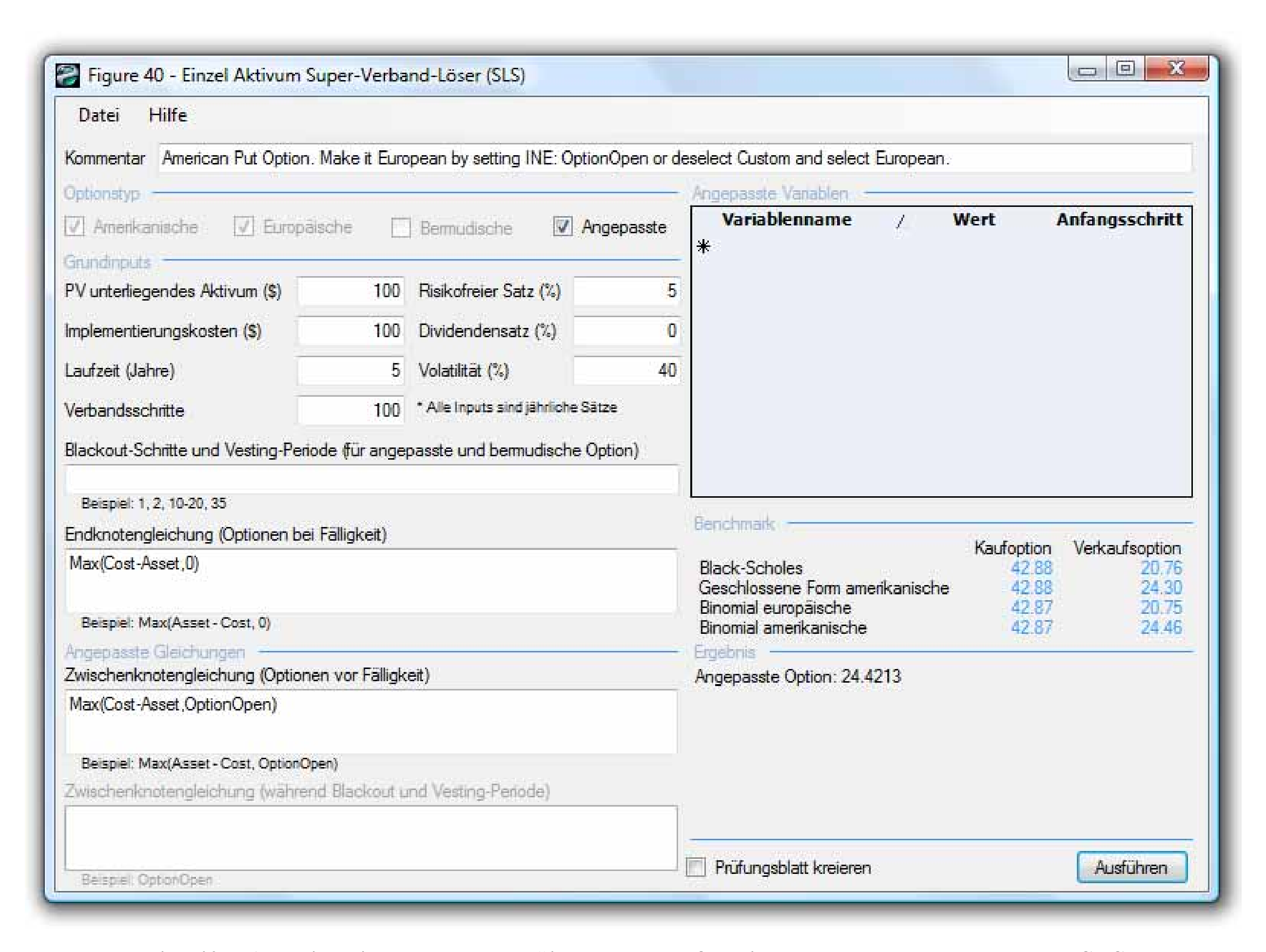


Bild 40 – Amerikanische und europäische Verkaufsoptionen unter Verwendung von SLS

Exotische Chooser-Optionen

Man kann viele Arten von Benutzerdefinierten und exotischen Optionen unter Verwendung von SLS und MSLS lösen. Zum Beispiel, das Bild 41 zeigt eine einfache exotische Chooser-Option (verwendete Beispielsdatei: *Exotische Chooser-Option*). In dieser einfachen Analyse, hat der Optionsinhaber zwei Optionen, eine Kauf- und eine Verkaufsoption. Statt zwei separate Optionen kaufen zu müssen, kann man sich eine einzelne Option besorgen, was dem Optionsinhaber erlaubt zu wählen, ob die Option eine Kauf oder eine Verkaufsoption sein wird, und dabei die Gesamtkosten der Beschaffung von zwei separaten Optionen zu reduzieren. Zum Beispiel, mit denselben Inputparametern wie im Bild 41, hat die amerikanische Chooser-Option einen Wert von $6.7168, im Vergleich zu $4.87 für die Kaufoption und $2.02 für die Verkaufsoption (Gesamtkosten von $6.89 für die zwei separaten Optionen).

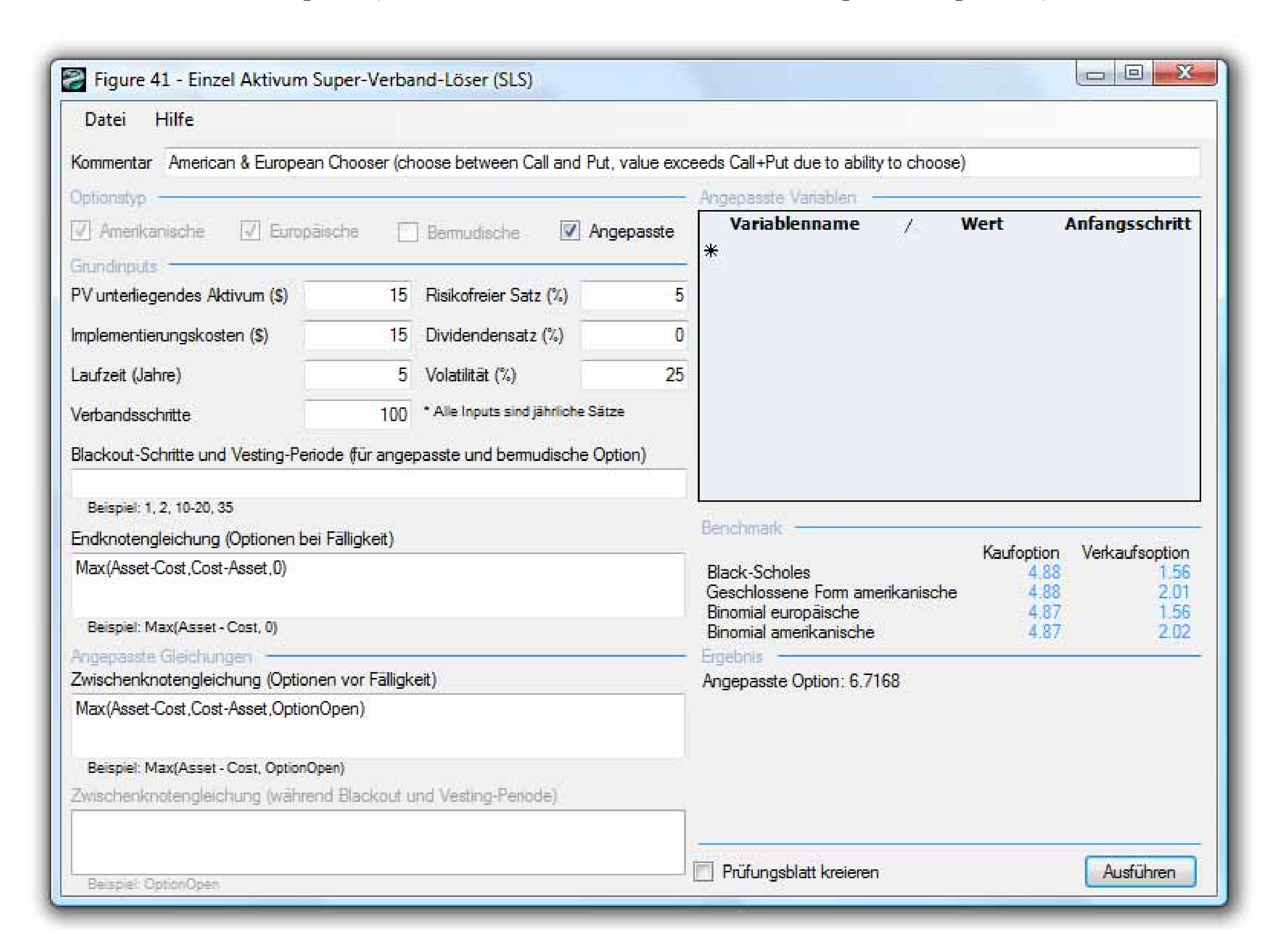


Bild 41 – Amerikanische und europäische exotische Chooser-Option unter Verwendung von SLS

Man kann eine komplexere Chooser-Option unter Verwendung von MSLS aufbauen, wie im Bild 42 (verwendete Datei des Mehrfache Aktiva Optionsmoduls: *Exotische komplexe Floating europäische Chooser*) und im Bild 43 angezeigt (verwendete Beispielsdatei: *Exotische komplexe Floating amerikanische Chooser*). In diese Beispiele sind die Ausführungskosten der Kaufoption und der Verkaufsoption bei verschiedenen Niveaus eingestellt. Ein interessantes Beispiel einer komplexen Chooser-Option ist eine Firma, die eine neue Technologie entwickelt, die sehr Ungewiss und Riskant ist. Durch die Kreierung einer Chooser-Option, versucht die Firma sowohl sich gegen ihre Nachteile abzusichern als auch aus den Vorteilen Kapital zu schlagen. Das heißt, die Firma kann beschließen, ob sie die Technologie, wenn die Forschungs- und Entwicklungsphase abgeschlossen ist, selber entwickeln oder ob sie das geistige Eigentum der Technologie verkaufen will, beide mit verschiedenen Kosten. Um die Sache weiter zu komplizieren, können Sie MSLS verwenden, um die Situationen, wobei der Aufbau oder der Verkauf der Option jede eine verschiedene Volatilität und Auswahlzeit besitzt, einfach und schnell zu lösen.

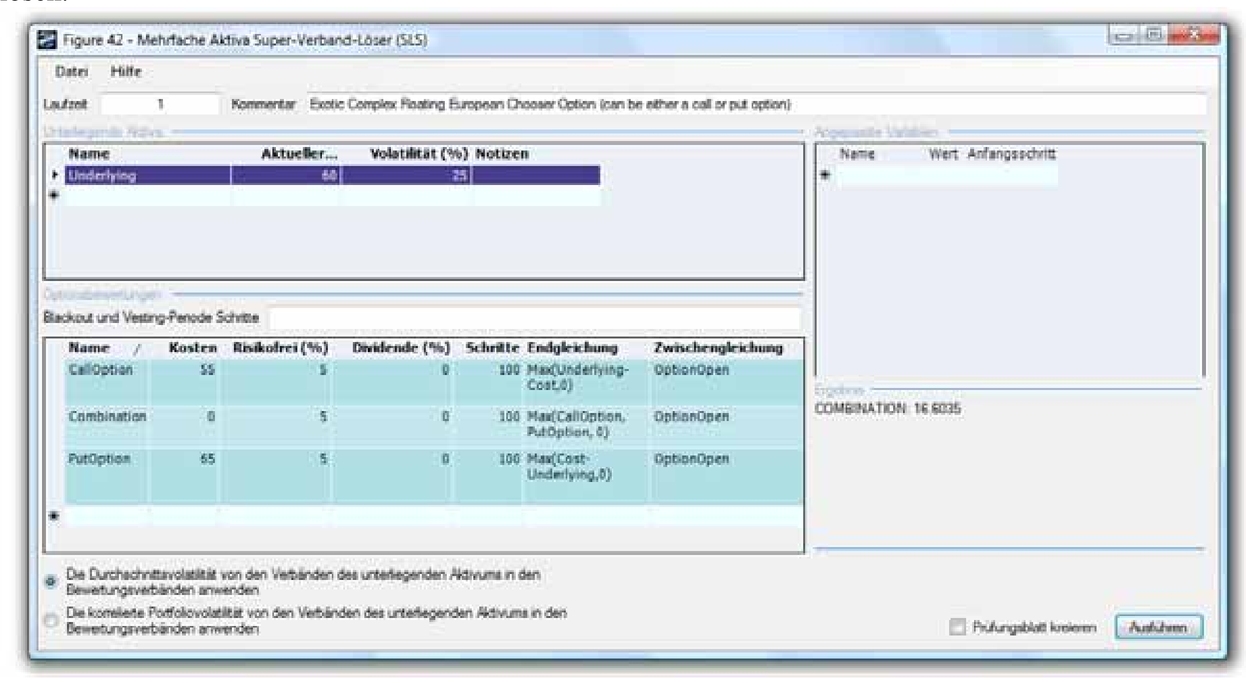


Bild 42 – Komplexe europäische exotische Chooser-Option unter Verwendung von MSLS

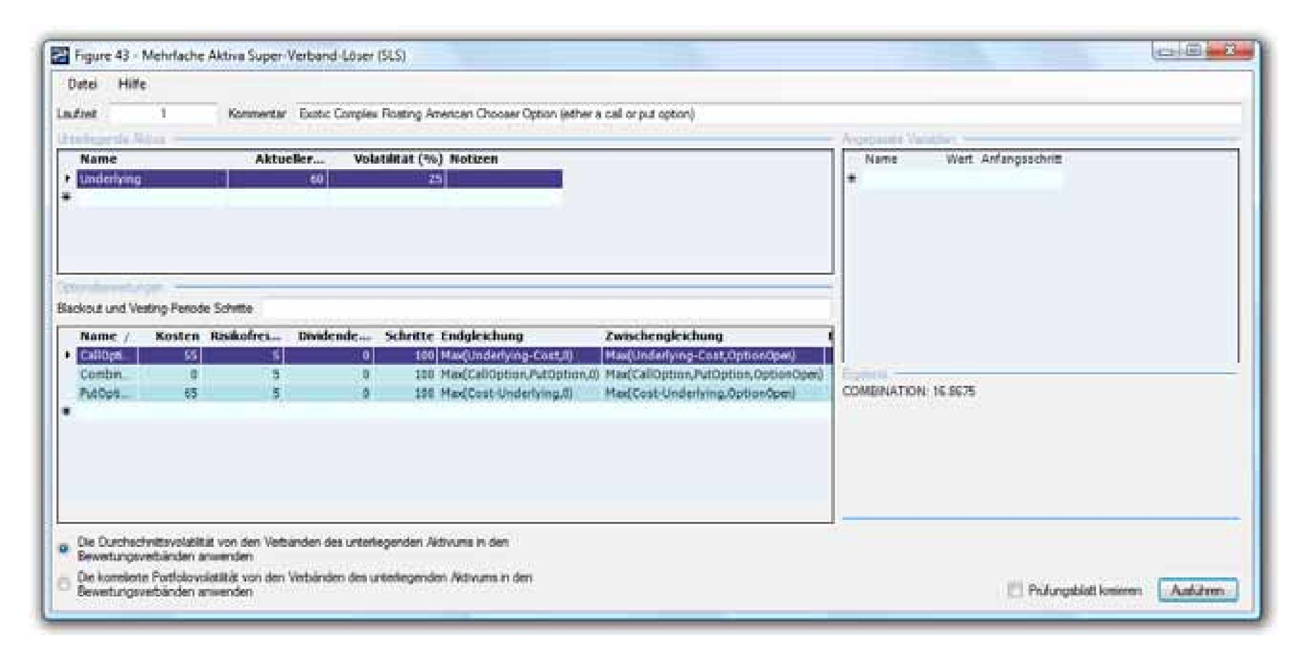


Bild 43 – Komplexe amerikanische exotische Chooser-Option unter Verwendung von MSLS

Sequenzielle Compound-Optionen

Sequenzielle Compound-Optionen sind anwendbar für Forschungs- und Entwicklungsinvestitionen oder andere Investitionen mit mehrfachen Phasen. Das MSLS ist erforderlich, um sequenzielle Compound-Optionen zu lösen. Die einfachste Methode diese Option zu begreifen, ist mit einem zweiphasigen Beispiel, wie im Bild 44 angezeigt, zu beginnen. Im zweiphasigen Beispiel hat das Management die Fähigkeit zu beschließen, ob die Phase II (PII) implementiert werden soll nachdem es die Ergebnisse der Phase I (PI) erhalten hat. Zum Beispiel, ein Pilotprojekt oder eine Marktanalyse in PI zeigt an, dass der Markt noch nicht bereit für das Produkt ist, daher wird PII nicht implementiert. So gehen nur die geleisteten Kosten für PI verloren und nicht die Gesamtinvestitionskosten für sowohl PI als auch PII. Das folgende Beispiel zeigt an, wie die Option analisiert wird.

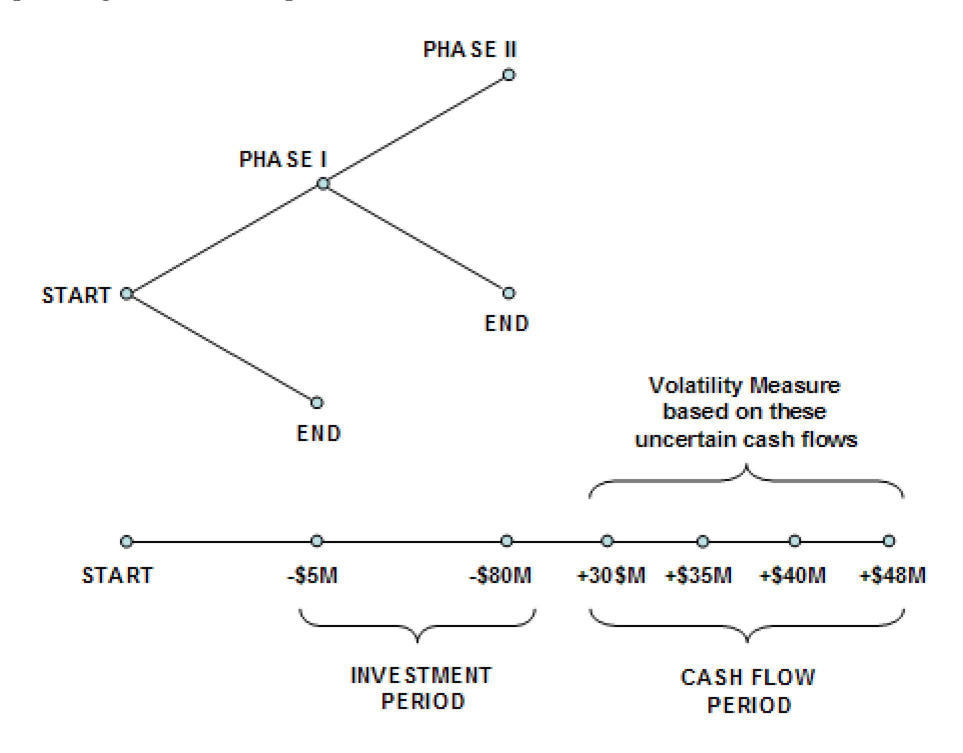


Bild 44 – Grafische Darstellung einer zweiphasigen sequenziellen Compound-Option

Die Darstellung im Bild 44 ist nützlich, um dem leitenden Management die Aspekte einer amerikanischen sequenziellen Compound-Option und dessen Innenleben zu erklären und mitzuteilen. In der Darstellung, wird die Investition von –$5M (in Gegenwartswert Dollar) der *Phase I* im Jahr 1 gefolgt von der Investition von –$80M (in Gegenwartswert Dollar) der *Phase II* im Jahr 2. Hoffentlich werden positive freie Nettocashflows (CF) in den Jahren 3 bis 6 folgen, die einen *PV Aktivum* Betrag von $100M ergeben (CF diskontiert mit einem, sagen wir, 9.7% Diskont- oder Hurdle-Satz), und die *Volatilität* dieser CFs ist 30%. Bei einem risikofreien Satz von 5%, wird der strategische Wert, unter Verwendung eines 100-Schritte Verbandes, auf $27.67 berechnet, wie im Bild 45 angezeigt. Das bedeutet, dass der strategische Optionswert der Möglichkeit, die Investitionen zu ***verschieben*** und ***abzuwarten und zu sehen***, bis weitere Informationen verfügbar werden und Ungewissheiten sich lösen, einen Wert von $12.67M besitzt, da der Nettogegenwartswert $15M ($100M – $5M – $85M) wert ist. In anderen Worten, der ***Erwartungswert der perfekten Informationen*** ist $12.67M wert. Das deutet darauf hin, angenommen man kann Marktforschungen verwenden, um glaubhafte Informationen über die Tauglichkeit des Projektes zu bekommen, dass das Maximum das die Firma bereit sein sollte in der Phase I zu bezahlen, *im*

Durchschnitt nicht mehr als \$17.67M (das heißt, \$12.67M + \$5M) ist, wenn PI Teil der Marktforschungsinitiative ist, oder ansonsten nur \$12.67M. Wenn die Kosten um diese glaubhafte Informationen zu erhalten diesen Wert überschreitet, dann ist es Optimal das Risiko einzugehen und das gesamte Projekt sofort für \$85M auszuführen. Die verwendete Beispielsdatei des Mehrafache Aktiva Moduls ist: *Einfache zweiphasige sequenzielle Compound-Option.*

Im Gegensatz, wenn die Volatilität fällt (Ungewissheit und Risiken sind geringer), sinkt der strategische Optionswert. Außerdem, wenn die Abwartekosten (wie beim *Dividendensatz* als Prozent des *Aktivumwertes* beschrieben) steigen, ist es besser nicht zu verschieben und solange zu warten. Deshalb, je höher der Dividendensatz, desto niedriger der strategische Optionswert. Zum Beispiel, bei einem Dividendensatz von 8% und einer Volatilität von 15%, kehrt der resultierende Wert zu dem Nettogegenwartswert von \$15M zurück. Das bedeutet, dass der Optionswert bei Null liegt und dass es besser ist sofort auszuführen, da die Abwartekosten bei weitem den Wert der Abwartemöglichkeit, gegeben das Volatilitätsniveau (Ungewissheit und Risiken), übersteigen. Zuletzt, wenn Risiken und Ungewissheit erheblich steigen, ist es, trotz hoher Abwartekosten (z.B., ein Dividendensatz von 7% mit einer Volatilität von 30%), immer noch wertvoll abzuwarten,

Dieses Modell liefert der dem Entscheidungsträger mit einem Überblick in der optimalen Bilanzierung zwischen dem *Abwarten für mehr Informationen* (Erwartungswert der perfekten Informationen) und den *Abwartekosten*. Sie können dieses Gleichgewicht analysieren, indem Sie strategische *Optionen zur Verschiebung* der Investitionen in Entwicklungsphasen kreieren, wobei das Projekt bei jeder Phase neu ausgewertet wird, um zu entscheiden, ob es vorteilhaft ist mit der nächsten Phase fortzufahren. Basierend auf den in diesem Modell verwendeten Inputhypothesen, zeigen die Ergebnisse der *sequenziellen Compound-Option* den strategischen Wert des Projektes an, und der Nettogegenwartswert ist lediglich der *PV Aktivum* minus die *Implementierungskosten* der beiden Phasen. In anderen Worten, der strategische Optionswert ist der Unterschied zwischen dem berechneten strategischen Wert minus dem Nettogegenwartswert. Bitte beachten Sie, dass die Volatilitäts- und Dividendeninputs variiert werden, um ihre Interaktionen festzustellen – im Besonderen wo sich die Breakeven-Punkte für die verschiedenen Kombinationen von Volatilitäten und Dividenden befinden. Wenn Sie somit diese Informationen verwenden, können Sie bessere *Go* oder *No-Go Entscheidungen* treffen (zum Beispiel, man kann Breakeven-Volatilitätspunkte zurück im diskontiertem Cashflowmodell verfolgen, um die Crossing-over-Wahrscheinlichkeit zu schätzen und dass diese Fähigkeit abzuwarten wertvoll wird).

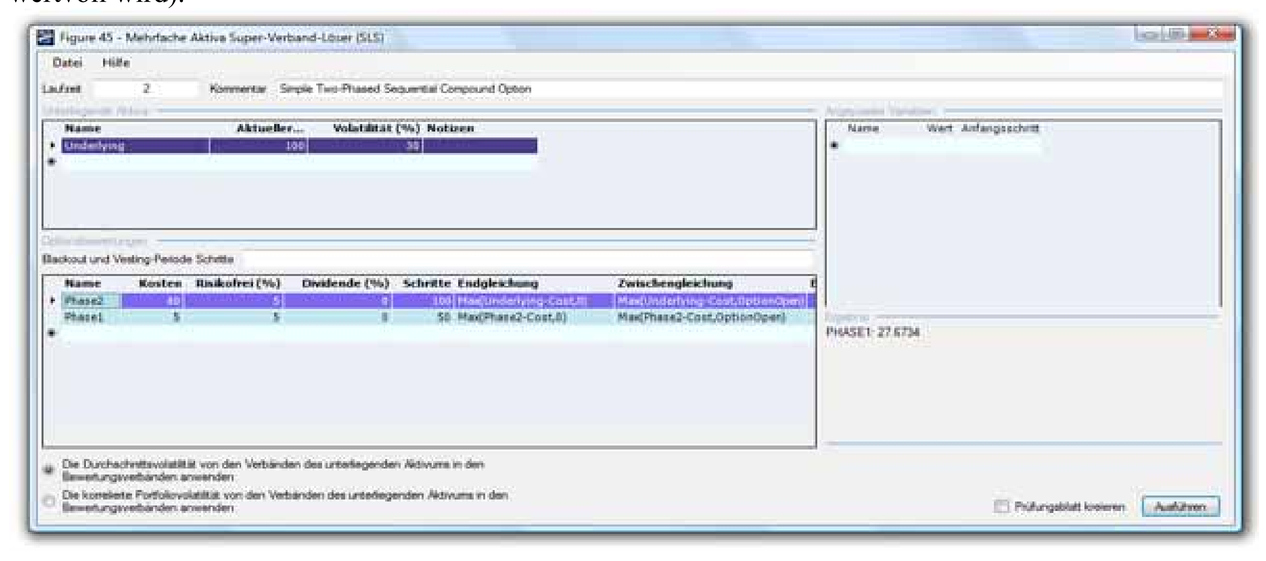


Bild 45 – Lösung einer zweiphasigen sequenziellen Compound-Option unter Verwendung von MSLS

Mehrphasige sequenzielle Compound-Optionen

Man kann die sequenzielle Compound-Option in gleicher Weise zu mehrfachen Phasen unter Verwendung von MSLS erweitern. Eine graphische Darstellung einer Mehrphasen- oder Stage-Gate-Investition wird im Bild 46 angezeigt. Das Beispiel stellt ein Mehrphasen-Projekt dar, wobei das Management bei jeder Phase die Option und die Flexibilität hat, entweder, wenn alles gut geht, zur nächsten Phase fortzufahren, oder sonst das Project zu beenden. Basierend auf den Inputhypothesen, zeigen die Ergebnisse in MSLS den berechneten strategischen Wert des Projektes an, während der Nettogegenwartswert des Projektes lediglich der *PV Aktivum* minus allen *Implementierungskosten* (in Gegenwartswerten) ist, wenn man alle Phasen sofort implementiert. Deshalb, mit dem strategischen Optionswert der Möglichkeit zu verschieben und abzuwarten, bevor man zukünftige Phasen aufgrund der Volatilität implementiert, gibt es die Möglichkeit, dass der Wert des Aktivums erheblich höher ist. Daher ist die Fähigkeit abzuwarten, bevor man die Investitionsentscheidung in der Zukunft trifft, der Optionswert oder der strategische Wert des Projektes minus des Nettogegenwartswertes.

Das Bild 47 zeigt die Ergebnisse unter Verwendung von MSLS. Bitte bemerken sie, dass, aufgrund des verwendeten Verfahrens der Rückwärtsinduktion, ist die analytische Konvention so, dass man mit der letzten Phase beginnt und sich bis zur ersten Phase zurückarbeitet (die verwendete Beispielsdatei des Mehrfache Aktiva Moduls: *Sequenzielle Compound-Option für mehrfache Phasen*). In Nettogegenwartswerte-Begriffe ist das Projekt wert –$500. Allerdings ist der gesamte strategische Wert der Stage-Gate-Investitionsoption $41.78 wert. Das heißt, dass auch wenn eine Investition auf der Basis des Nettogegenwartswerts schlecht aussieht, in Wirklichkeit, wenn er sich gegen die Risiken und Ungewissheiten durch sequenziellen Investitionen absichert, kann der Optionsinhaber sich jederzeit zurückziehen und muss nicht weiter investieren, außer wenn die Situation erfolgsversprechend aussieht. Wenn die Situation nach der ersten Phase schlecht aussieht, kann man sich zurückziehen und aufhören zu investieren und der Höchstverlust wird $100 (Bild 47) und nicht die gesamte Investition von $1,500 sein. Wenn die Situation jedoch vielversprechend aussieht, kann der Optionsinhaber weiter in Phasen investieren. Der Erwartungswert der Investitionen in Gegenwartswerte, nach Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeiten, dass die Bedingungen schlecht (und deshalb hört man auf zu investieren) oder das sie großartig (und deshalb investiert man weiter) aussehen werden, ist im Durchschnitt $41.78M wert.

Bitte bemerken Sie, dass das Optionsbewertungsergebnis immer größer als oder gleich Null sein wird (z.B., versuchen Sie für alle Phasen die Volatilität auf 5% zu reduzieren und die Dividendenrendite auf 8% zu erhöhen). Wenn der Optionswert sehr niedrig oder Null ist, bedeutet das, dass es nicht Optimal ist die Investitionen zu verschieben und dass dieses Stage-Gate-Investitionsverfahren hier nicht Optimal ist. Die Abwartekosten sind zu hoch (hohe Dividende) oder die Ungewissheiten in den Cashflows sind niedrig (niedrige Volatilität), deshalb kann man investieren, wenn der Nettogegenwartswert positiv ist. In solch einem Fall, obwohl Sie einen Nullwert für die Option erhalten, ist die analytische Interpretation bedeutsam! Ein Null- oder ein sehr niedrigen Wert lässt erkennen, dass nicht Abzuwarten die optimale Entscheidung ist.

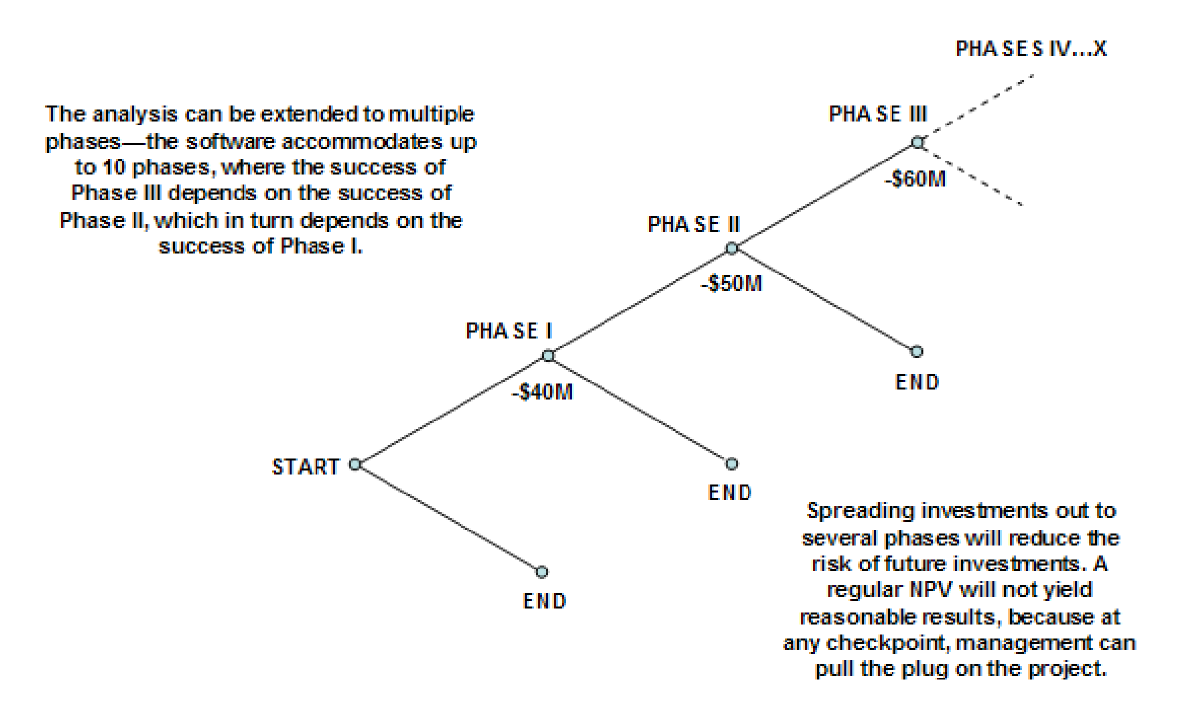


Bild 46 – Grafische Darstellung einer Mehrphasen sequenziellen Compound-Option

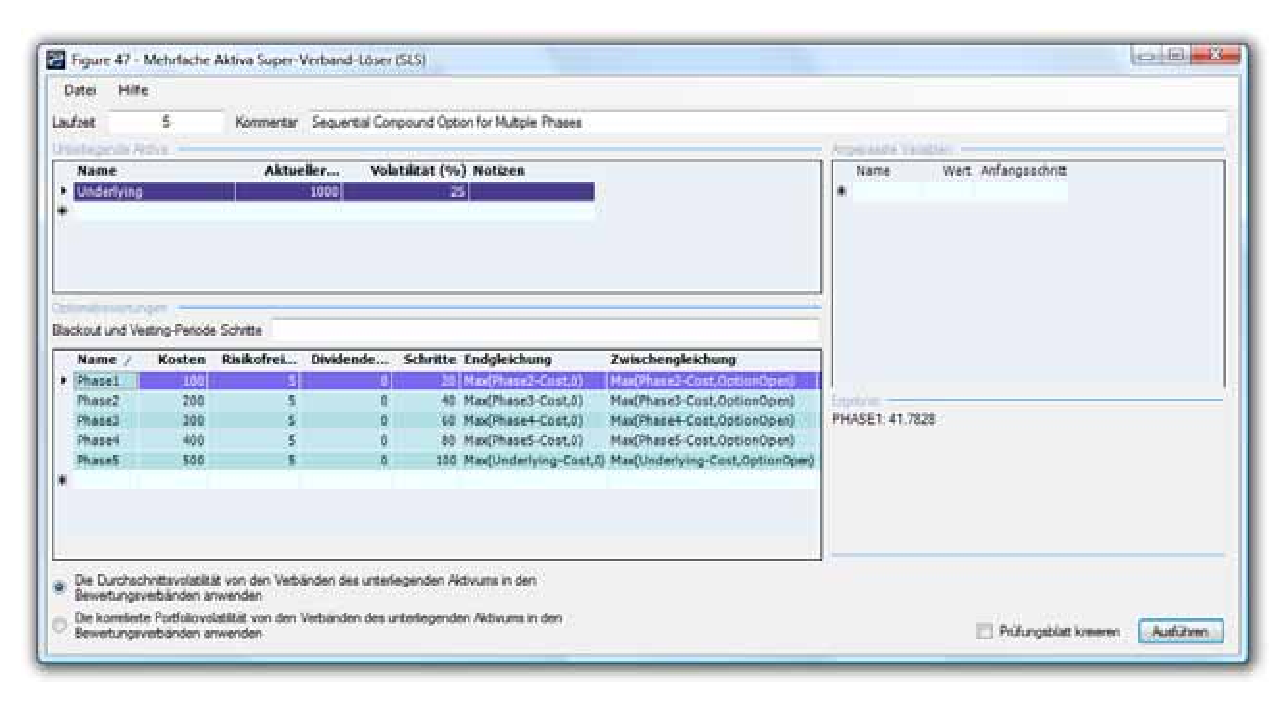


Bild 47 – Lösung einer Mehrphasen sequenziellen Compound-Option unter Verwendung von MSLS

Anpassung von sequenziellen Compound-Optionen

Man kann die sequenzielle Compound-Option weiter komplizieren, indem man angepasste Optionen bei jeder Phase hinzufügt, wie im Bild 48 angezeigt, wobei es bei jeder Phase verschiedene Kombinationen von sich gegenseitig ausschließenden Optionen geben könnte. Diese schließen ein die Flexibilität das Investieren zu beenden und das Projekt gegen einen bestimmten Wert *abzubrechen* und *zu retten*; den Rahmen des Projektes in ein anderes Projekt *zu expandieren* (z.B., Projekte abzuspalten und in andere geographischen Standorte zu expandieren); den Rahmen des Projektes *zu kontraktieren*, was zu bestimmten Ersparnissen führt; oder mit der nächsten Phase fortzufahren. Man kann die scheinbar komplizierte Option sehr einfach unter Verwendung von MSLS lösen, wie im Bild 49 angezeigt (verwendete Beispielsdatei *Mehrphasen komplexe sequenzielle Compound-Option*).

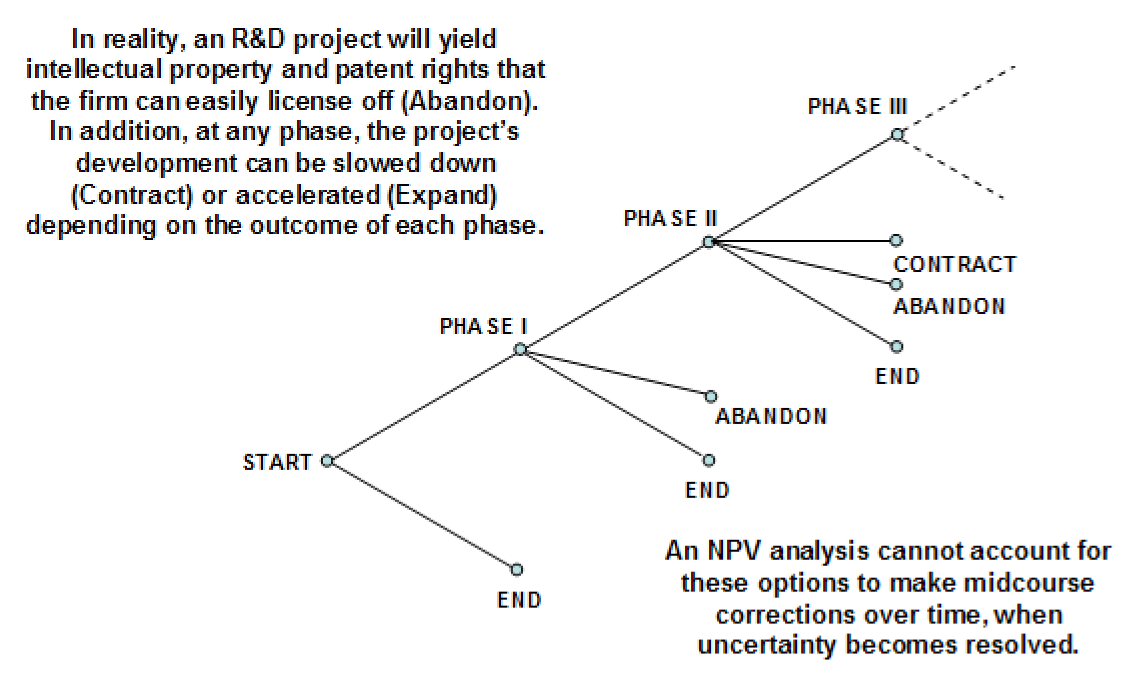


Bild 48 – Grafische Darstellung einer komplexen Mehrphasen sequenziellen Compound-Option

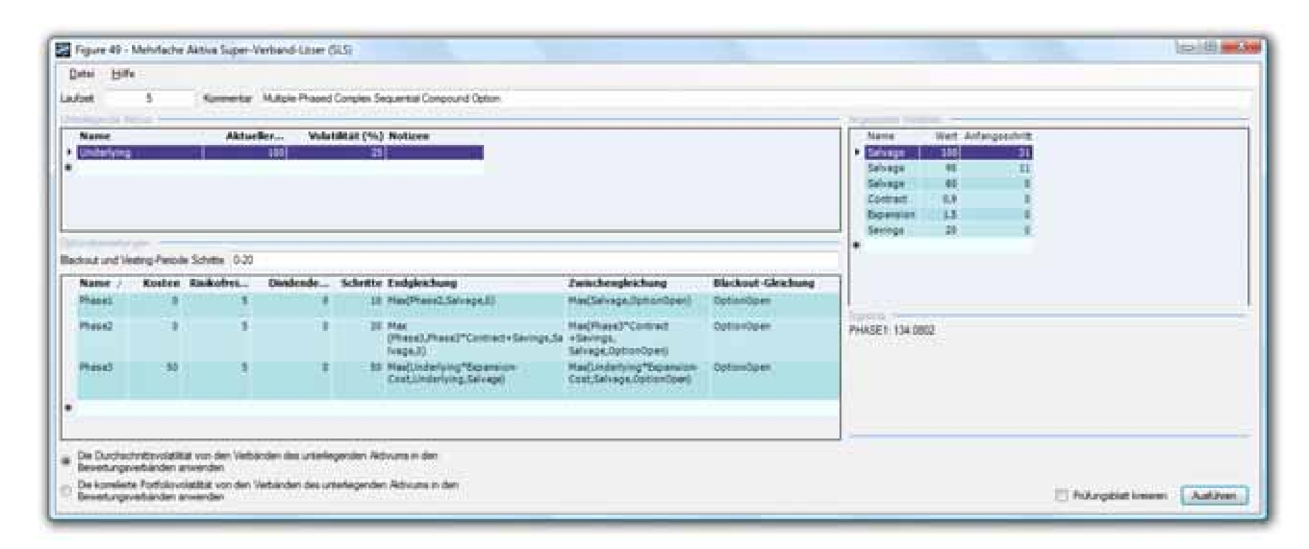


Bild 49 – Lösung einer komplexen Mehrphasen sequenziellen Compound-Option unter Verwendung von MSLS

Um zu erläutern, die pfadabhängige sequenzielle Option von MSLS im Bild 49 verwendet die folgenden Inputs:

Phase 3:	End:	Max(Unterliegendes*Expansion-Kosten, Unterliegendes,Restwert)
	Zwischen:	Max(Unterliegendes *Expansion- Kosten, Restwert,OptionOffen)
	Schritte:	50
Phase 2:	End:	Max(Phase3,Phase3*Kontraktieren+Ersparnisse, Restwert,0)
	Zwischen:	Max(Phase3* Kontraktieren + Ersparnisse, Restwert, OptionOffen)
	Schritte:	30
Phase 1:	End:	Max(Phase2, Restwert,0)
	Zwischen:	Max(Restwert, OptionOffen)
	Schritte:	10

Pfadabhängige, pfadunabhängige, sich gegenseitig ausschließende, sich nicht gegenseitig ausschließende und komplexe kombinatorische verschachtelte Optionen

Sequenzielle Compound-Optionen sind ***pfadabhängige Optionen***, wobei eine Phase vom Erfolg einer anderen abhängt, im Gegensatz zu ***pfadunabhängigen Optionen***, wie jene die unter Verwendung von SLS gelöst werden. Das Bild 49 zeigt, dass, bei bestimmten Phasen in einem komplexen Strategiebaum, verschiedene Optionskombinationen existieren. Diese Optionen können entweder ***sich gegenseitig ausschließende*** oder ***sich nicht gegenseitig ausschließende*** sein. In allen diesen Optionstypen könnten sich mehrfache unterliegende Aktiva befinden (z.B., Japan hat ein anderen Risiko-Rendite- oder Profitabilität-Volatilität-Profil als U.K. oder Australien). Auf diese Art können Sie Verbände mit mehrfachen unterliegenden Aktiva unter Verwendung von MSLS aufbauen, und sie auf viele verschiedene Weisen je nach Optionen kombinieren. Es folgen einige Beispiele von pfadabhängigen gegenüber pfadunabhängigen und sich gegenseitig ausschließenden gegenüber sich nicht gegenseitig ausschließenden Optionen.

- **Pfadunabhängige und sich gegenseitig ausschließende Optionen**: Verwenden Sie SLS, um diese Optionstypen zu lösen, indem Sie alle Optionen in einem einzelnen Bewertungsverband kombinieren. Beispiele schließen die Option zu expandieren, kontraktieren und expandieren ein. Diese schließen sich gegenseitig aus, wenn man nicht gleichzeitig sowohl in einem anderen Land expandieren als auch die Firma aufgeben und verkaufen kann. Diese sind pfadunabhängig, wenn es keine Timingbeschränkungen gibt, das heißt, wenn man jederzeit innerhalb der Grenzen der Laufzeitperiode expandieren, kontraktieren und abbrechen kann.
- **Pfadunabhängige und sich nicht gegenseitig ausschließende Optionen**: Verwenden Sie SLS, um diese Optionstypen zu lösen, indem Sie jede der Optionen, die sich nicht gegenseitig ausschließen, in SLS einzeln ausführen. Beispiele schließen die Option Ihre Geschäfte in Japan, U.K. und Australien zu expandieren ein. Diese schließen sich nicht gegenseitig aus, wenn man die Wahl zur Expansion in jeder beliebigen Kombination von Ländern hat (z.B., nur Japan, Japan und U.K., U.K. und Australien, und so weiter). Diese sind pfadunabhängig, wenn es keine Timingbeschränkungen gibt, das heißt, wenn man in jedem beliebigen Land jederzeit innerhalb der Grenzen der Laufzeitperiode expandieren kann. Addieren Sie die individuellen Optionswerte, um den Gesamtoptionswert der Expansion zu erhalten.
- **Pfadabhängige und sich gegenseitig ausschließende Optionen**: Verwenden Sie MSLS, um diese Optionstypen zu lösen, indem Sie alle Optionen in einem einzelnen Bewertungsverband kombinieren.. Beispiele schließen die Option in den drei Ländern, Japan, U.K. and Australien, zu expandieren ein. Allerdings sind die Expansionen dieses Mal sich gegenseitig ausschließend und pfadabhängig. Das heißt, Sie können jeweils nur in einem Land expandieren, aber in bestimmten Perioden können Sie nur in bestimmten Ländern expandieren (z.B., Japan, aufgrund der aktuellen Wirtschaftsbedingungen, Ausfuhrbeschränkungen und so weiter, ist nur in drei Jahren Optimal im Vergleich zur to U.K.-Expansion, die sofort ausgeführt werden kann).

- **Pfadabhängige und sich nicht gegenseitig ausschließende Optionen**: Verwenden Sie MSLS, um diese Optionstypen zu lösen. Diese sind typischerweise einfache sequenzielle Compound-Optionen mit mehrfachen Phasen. Wenn es mehr als eine sich nicht gegenseitig ausschließende Option gibt, führen Sie MSLS für jede Option neu aus. Beispiele schließen die Fähigkeit in Japan in den Jahren 0-3, in Australien in den Jahren 3-6, und in U.K. jederzeit zwischen den Jahren 0-10 einzuziehen ein. Jede Einzugsstrategie schließt sich nicht gegenseitig aus, wenn man in mehr als einem Land einziehen kann, und die Strategien sind pfadabhängig insofern sie zeitabhängig sind.
- **Verschachtelte kombinatorische Optionen**: Diese sind die kompliziertesten und können eine Kombination von jedem der vier obigen Typen annehmen. Die Optionen sind außerdem ineinander verschachtelt, insofern als die Expansion in Japan nur nach der Expansion in Australien stattfinden und nicht vor der vorherigen Expansion in Australien ausgeführt werden kann. Außerdem sind Australien und U.K. erlaubt aber man kann nicht in U.K. und Japan expandieren (z.B., bestimmte Geschäftsbeschränkungen, Antitrustthemen, Konkurrenzüberlegungen, strategische Themen, einschränkende Allianzabsprachen, und so weiter). Für solche Optionen, zeichnen Sie alle Szenarien in einem Strategiebaum auf und verwenden Sie die WENN (IF), UND (AND), ODER (OR) und MAX Anweisungen in MSLS, um die Option zu lösen. Das bedeutet, wenn Sie in U.K. einziehen, endet es da, aber *wenn* Sie in Australien einziehen, können Sie immer noch in Japan *oder in* U.K. aber *nicht* in Japan und in U.K einziehen.

Simultane Compound-Optionen

Die simultane Compound-Option bewertet den strategischen Wert eines Projektes, wenn der Wert des Projektes vom Erfolg von *zwei oder mehreren* Investitionsinitiativen, die *zeitlich simultan* ausgeführt werden, abhängt. Die sequenzielle Compound-Option bewertet diese Investitionen in Phasen, eine nach der anderen im Laufe der Zeit, während die simultane Option diese Optionen gleichzeitig bewertet. Die sequenzielle Compound-Option ist offensichtlich wertvoller als die simultane Compound-Option aufgrund der Phaseneinteilung der Investitionen. Bitte bemerken Sie, dass sich die simultane Compound-Option wie eine reguläre Ausübungskaufoption benimmt. Deshalb ist die *amerikanische Kaufoption* eine gute Benchmark für solch eine Option. Das Bild 50 zeigt wie man eine simultane Compound-Option unter Verwendung von MSLS lösen kann (verwendete Beispielsdatei: *Einfache zweiphasige simultane Compound-Option*). Ähnlich wie bei der Analyse der sequenziellen Compound-Option, deutet das Bestehen eines Optionswertes an, dass die Fähigkeit zu verschieben und vor der Ausübung mehr Informationen abzuwarten wertvoll ist, aufgrund der bedeutenden Ungewissheiten und Risiken gemessen an der *Volatilität*. Allerdings, wenn die Abwartekosten, gemessen am *Dividendensatz*, hoch sind, wird die Option abzuwarten und zu verschieben weniger wertvoll, bis man den Breakeven-Punkt erreicht wo der Optionswert gleich Null und der strategischer Projektwert gleich dem Nettogegenwartswert des Projektes ist. Dieser Breakeven-Punkt liefert dem Entscheidungsträger wertvolle Einblicke in die Interaktionen zwischen den im Projekt inhärenten Ungewissheitsniveaus und die Abwartekosten bis zur Ausübung. Man kann die gleiche Analyse bei simultane Compound-Optionen mit mehrfachen Investitionen anwenden, wie im Bild 51 angezeigt (verwendete Beispielsdatei: *Mehrphasen simultane Compound-Option*).

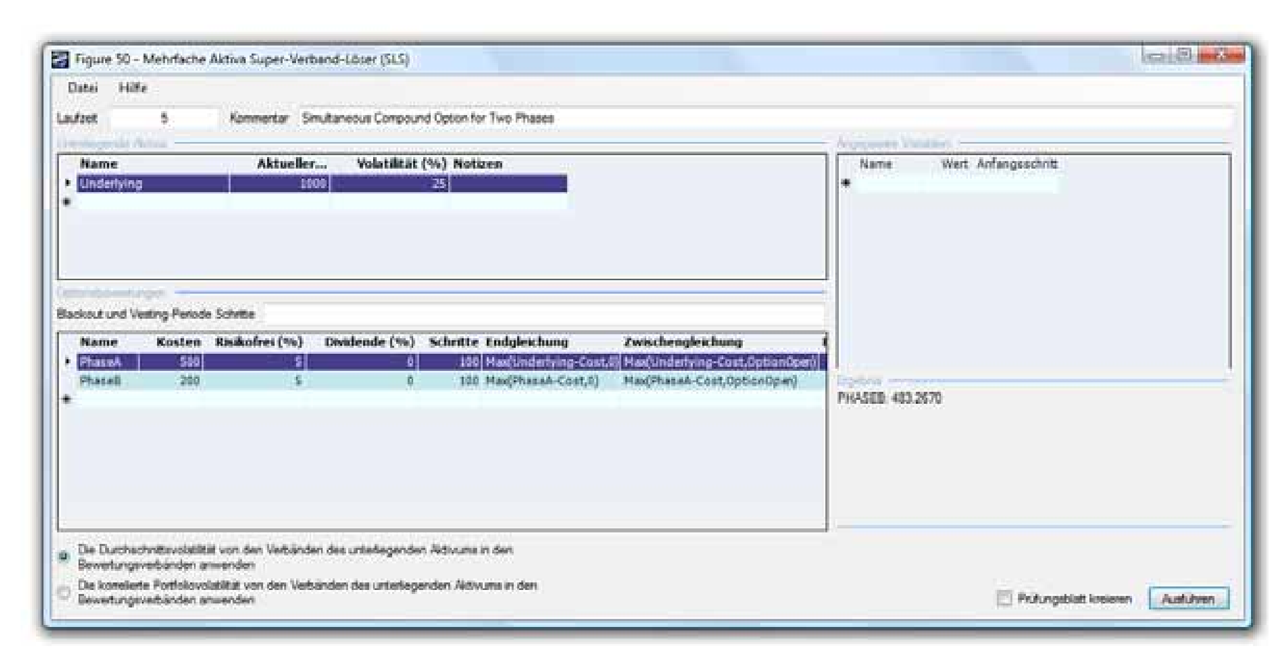


Bild 50 – Lösung einer simultanen Compound-Option unter Verwendung von MSLS

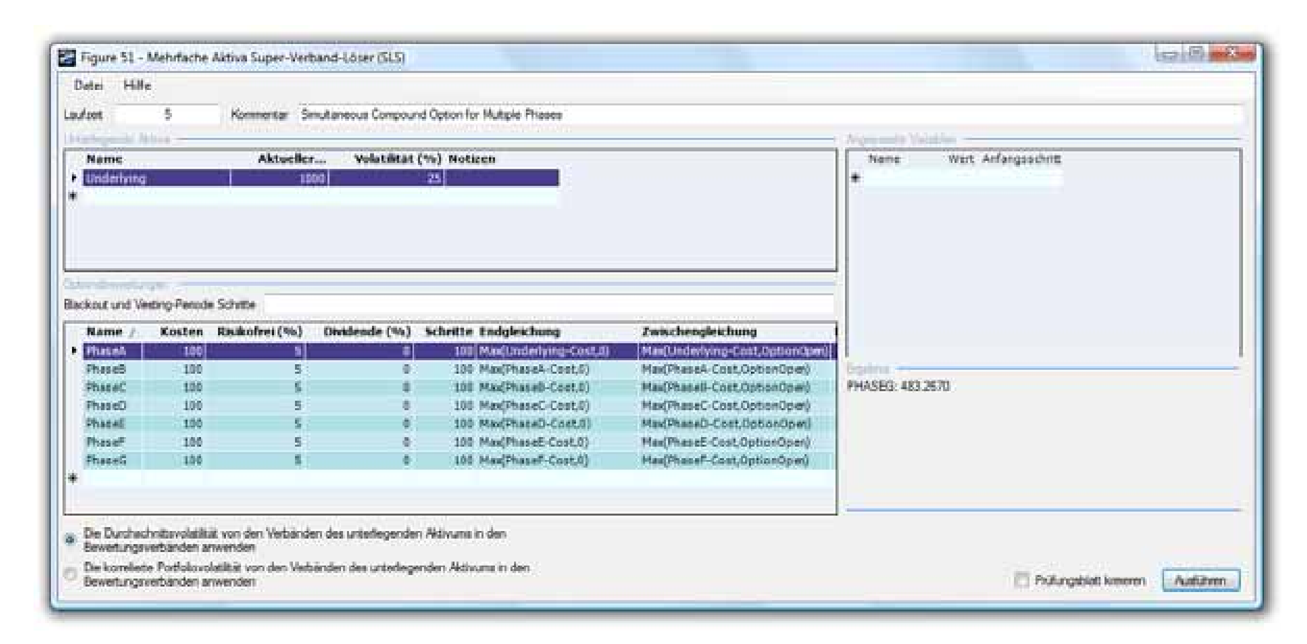


Bild 51 – Lösung einer simultanen Compound-Option mit mehrfachen Investitionen unter Verwendung von MSLS

Amerikanische und europäische Optionen unter Verwendung von Trinomialverbänden

Der Aufbau und die Lösung von Trinomialverbänden ist ähnlich wie der Aufbau und die Lösung von Binomialverbänden, mitsamt den Sprüngen nach oben/unten und den risikoneutralen Wahrscheinlichkeiten, ist aber komplizierter, weil mehrere Verzweigungen von jedem Knoten stammen. An der Grenze liefern sowohl Binomial- als auch Trinomialverbände das gleiche Ergebnis, wie in der folgenden Tabelle angezeigt. Allerdings ist die Verbandsaufbaukomplexität viel höher bei Trinomial- oder Multinomialverbänden. Der einzige Grund, um einen Trinomialverband zu verwenden, ist weil das Konvergenzniveau zum richtigen Optionswert viel schneller als bei der Verwendung von einem Binomialverband erreicht wird. In der Beispielstabelle beachten Sie wie der Trinomialverband den richtigen Optionswert, mit weniger Schritten als beim Binomialverband benötigt, ergibt (1,000 im Vergleich zu 5,000). Weil beide die gleiche Ergebnisse an der Grenze liefern, aber Trinomialverbände viel schwieriger zu berechnen sind und eine längere Berechnungszeit brauchen, wird stattdessen der Binomialverband normalerweise verwendet. Allerdings ist ein Trinomialverband nur erforderlich, wenn das unterliegende Aktivum einem ***Verfahren mit Rückkehr zum Mittelwert*** folgt. Eine Darstellung der Konvergenz von Trinomial- und Binomialverbänden ist im folgenden Beispiel angezeigt:

Schritte	5	10	100	1,000	5,000
Binomialverband	$30.73	$29.22	$29.72	$29.77	$29.78
Trinomialverband	$29.22	$29.50	$29.75	$29.78	$29.78

Das Bild 52 zeigt ein anderes Beispiel unter Verwendung der Multinomialoption. Die berechnete amerikanische Kaufoption ist $31.99 unter Verwendung eines 5-Schritte Trinomialverbandes, und ist identisch mit dem 10-Schritte Binomialverband im Bild 53. Deshalb, aufgrund der einfacheren Berechnung und der Berechnungsgeschwindigkeit, verwenden SLS und MSLS Binomial- statt Trinomial- oder andere Multinomialverbände. Das einzige Mal, dass ein Trinomialverband wirklich nützlich ist, ist wenn das unterliegende Aktivum der Option eine Tendenz der Rückkehr zum Mittelwert folgt. In diesem Fall, verwenden Sie stattdessen das MNLS-Modul. Wenn Sie dieses MNLS-Modul verwenden, können Sie, genau so wie bei Einzel Aktivum Verbänden, das Modul modifizieren und Ihre eigenen angepassten Gleichungen und Variablen hinzufügen. Die Konzepte sind identisch mit den SLS-Beispielen, die überall in diesem Benutzerhandbuch verwendet werden.

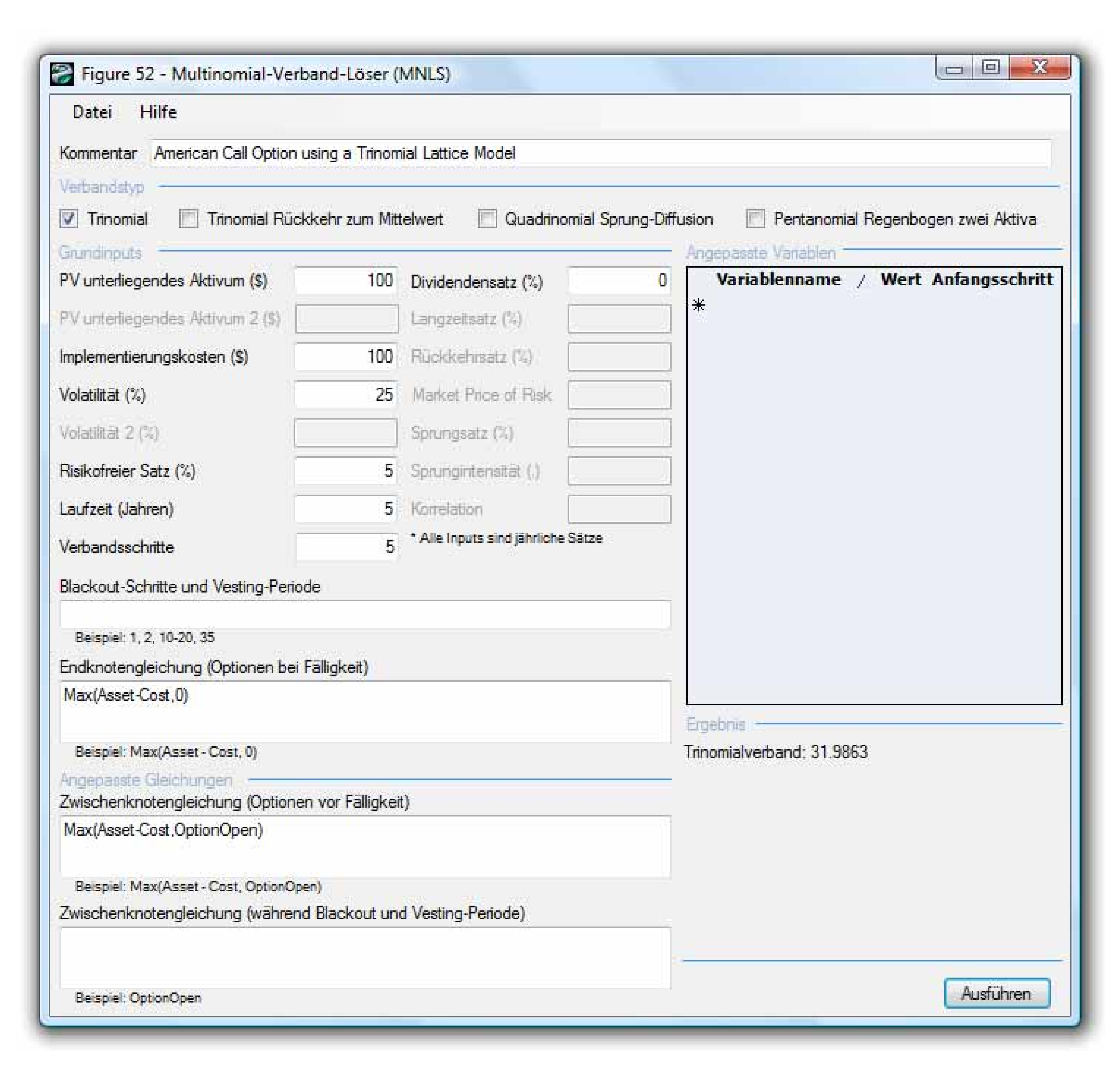


Bild 52 – Lösung eines einfachen Trinomialverbandes

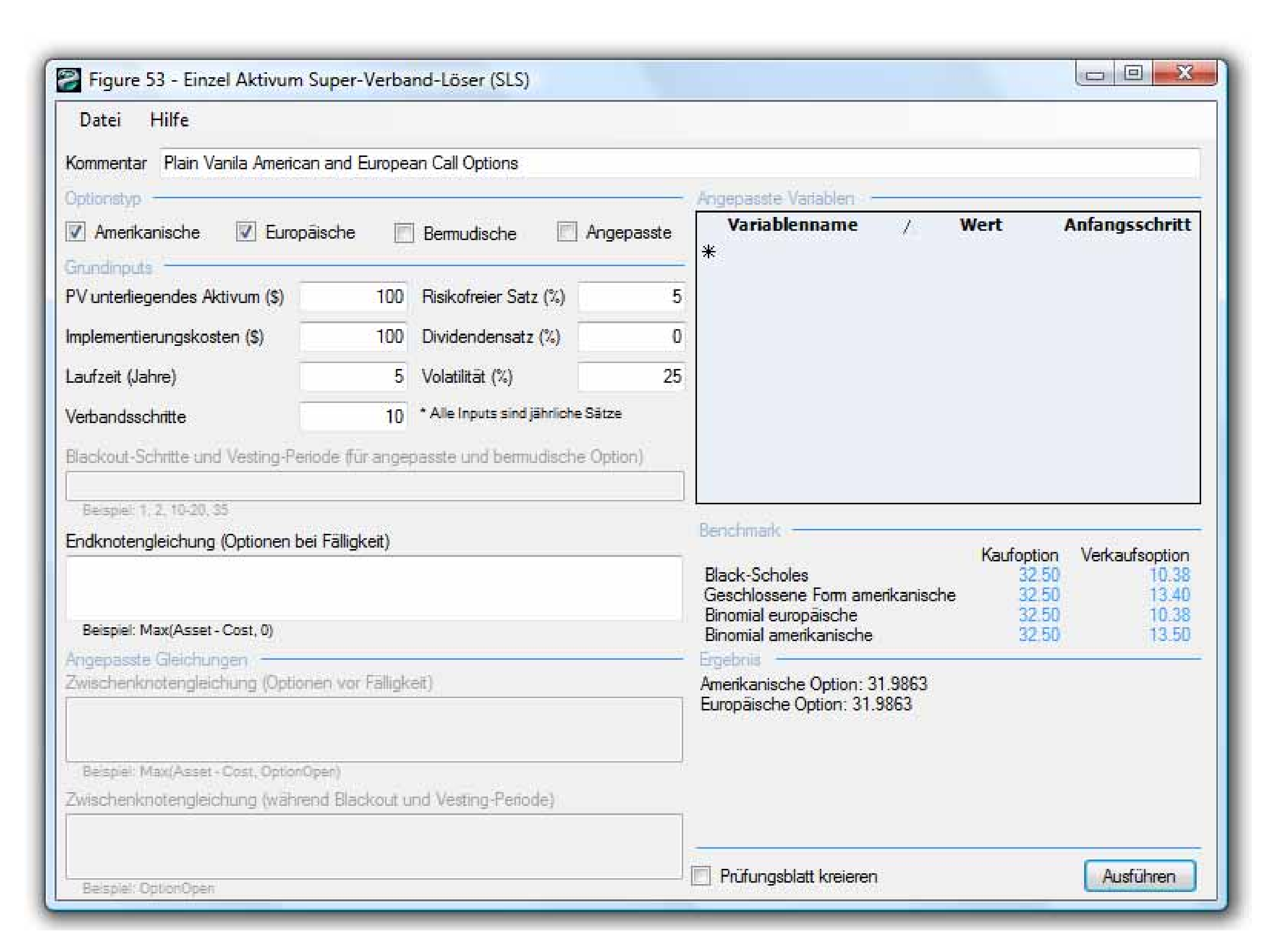


Bild 53 – Vergleichsergebnis eines 10-Schritte Binomialverbandes

Amerikanische und europäische Optionen mit Rückkehr zum Mittelwert unter Verwendung von Trinomialverbänden

Die *Option mit Rückkehr zum Mittelwert* in MNLS berechnet sowohl die amerikanischen als auch die europäischen Optionen, wenn der Wert des unterliegenden Aktivums zum Mittelwert rückkehrt. Ein stochastisches Verfahren mit Rückkehr zum Mittelwert kehrt zum Langzeitdurchschnittswert (*Langzeitsatzniveau*) mit einer bestimmten Rückkehrgeschwindigkeit (*Rückkehrsatz*) zurück. Beispiele von Variablen, die einem Verfahren mit Rückkehr zum Mittelwert folgen, schließen Inflationsraten, Zinssätze, Bruttoinlandsproduktwachstumsraten, optimale Produktionsraten, Erdgaspreise und so weiter ein. Einige Variablen wie diese unterliegen entweder Veranlagungen oder ökonomischen/geschäftlichen Bedingungen, um zu einem Langzeitniveau zurückzukehren, wenn die tatsächlichen Werte zu weit über oder unter diesem Niveau abweichen. Zum Beispiel, Geld- und Finanzpolitik verhindern erhebliche Fluktuationen der Wirtschaft, während politische Ziele zu einem spezifischen Langzeitzielsatz oder –niveau tendieren. Das Bild 54 stellt ein reguläres stochastisches Verfahren (rote punktierte Linie) im Gegensatz zu einem Verfahren mit Rückkehr zum Mittelwert (durchgezogene Linie) dar. Das Verfahren mit Rückkehr zum Mittelwert, mit seinem Dämpfungseffekt, wird offensichtlich ein niedrigeres Ungewissheitsniveau als das reguläre Verfahren mit dem gleichen Volatilitätsmetrum besitzen.

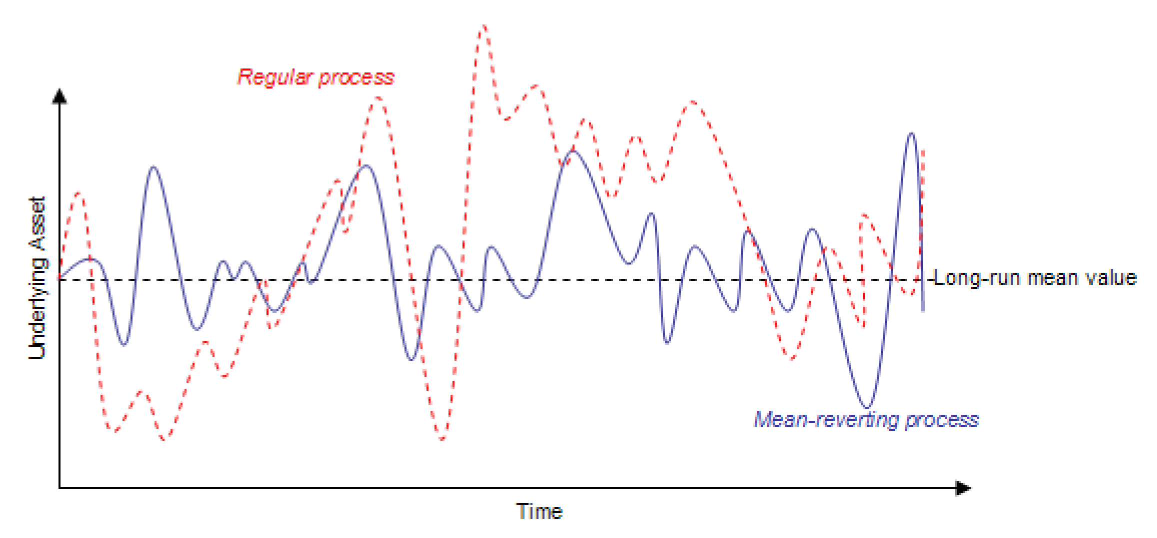
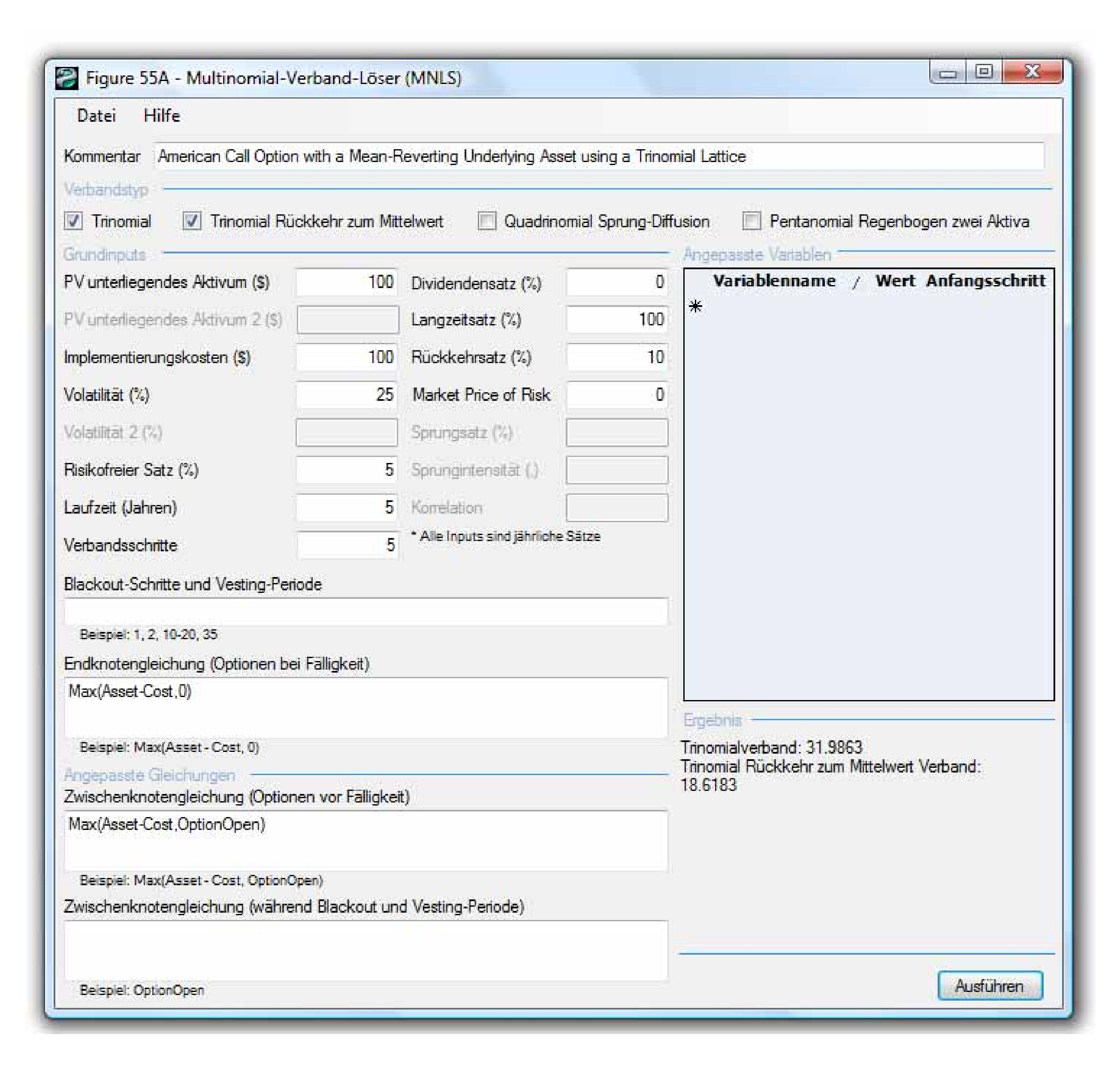


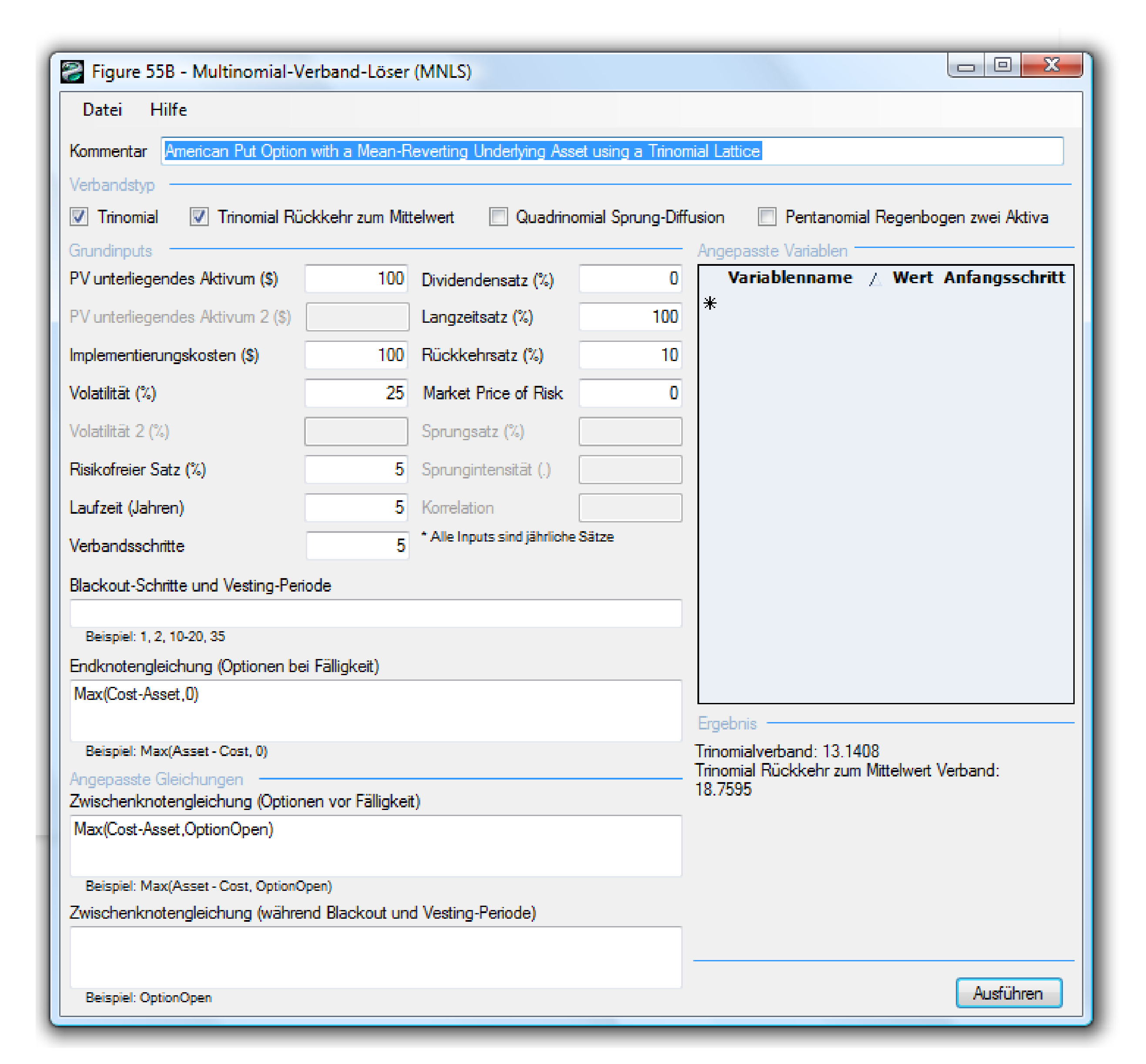
Bild 54 – Rückkehr zum Mittelwert in Aktion

Das Bild 55 zeigt die Kauf- und Verkaufsergebnisse von einer regulären Option, die unter Verwendung eines Trinomialverbandes modelliert wurden, im Gegenzug zu Kauf- und Verkaufsoptionen, die eine Tendenz mit Rückkehr zum Mittelwert (MR) des unterliegendes Aktivums annehmen, unter Verwendung eines Trinomialverbandes mit Rückkehr zum Mittelwert. Einige Themen sind beachtenswert:

- Die MR-Kaufoption < als die reguläre Kaufoption, infolge des Dämpfungseffektes des Aktivums mit Rückkehr zum Mittelwert. Der MR-Aktivumwert wird nicht so hoch wie der reguläre Aktivumwert ansteigen.

- Umgekehrt, Die MR-Verkaufsoption > als die reguläre Verkaufsoption, weil der Aktivumwert nicht so hoch ansteigen wird, was darauf hindeutet, dass es eine größere Möglichkeit gibt, dass der Aktivumwert um dem PV (Gegenwartswert) Aktivum schweben wird, und es eine größere Wahrscheinlichkeit gibt, dass es unter dem PV Aktivum sein wird, was die Verkaufsoption wertvoller macht.
- Mit dem Dämpfungseffekt, sind die MR-Kaufoption und die MR-Verkaufsoption ($18.62 und $18.76) symmetrischer im Wert als die reguläre Kaufoption und Verkaufsoption ($31.99 und $13.14).
- Die reguläre amerikanische Kaufoption = wie die reguläre europäische Kaufoption, weil ohne Dividenden, ist es eine frühzeitige Ausübung nie Optimal. Dennoch, aufgrund der Tendenzen mit Rückkehr zum Mittelwert, ist die Möglichkeit einer frühzeitigen Ausübung wertvoll, insbesondere bevor der Aktivumwert sinkt. Damit sehen wir das die amerikanische MR-Kaufoption > als die europäische MR-Kaufoption ist, aber beide sind natürlich weniger als die reguläre Kaufoption.





Bilder 55A und 55B – Vergleich von Kauf- und Verkaufsoptionen mit Rückkehr zum Mittelwert und reguläre Kauf- und Verkaufsoptionen

Andere beachtenswerte Themen in Optionen mit Rückkehr zum Mittelwert sind unter anderem:

- Je höher (niedriger) das Langzeitsatzniveau, desto höher (niedriger) die Kaufoptionen
- Je höher (niedriger) das Langzeitsatzniveau, desto niedriger (höher) die Verkaufsoptionen

Zuletzt, geben Sie Acht, wenn sie Optionen mit Rückkehr zum Mittelwert modellieren, da höhere Verbandsschritte normalerweise erforderlich sind und bestimmte Kombinationen von Rückkehrsätzen, Langzeitsatzniveaus und Verbandsschritte unlösbare Trinomialverbände ergeben könnten. Wenn dis eintritt, wird MNLS Fehlermeldungen zurückgeben.

Optionen mit Sprung-Diffusion unter Verwendung von Quadranomialverbänden

Die *Kauf- und Verkaufsoptionen mit Sprung-Diffusion ,* sowohl für amerikanische als auch europäische Optionen, wenden das Verfahren des *Quadranomialverbandes* an. Dieses Modell ist angemessen, wenn die unterliegende Variable in der Option einem stochastischen Verfahren mit Sprung-Diffusion folgt. Das Bild 56 stellt ein unterliegendes Aktivum dar, das unter Verwendung eines Verfahrens mit Sprung-Diffusion modelliert ist. Sprünge sind normal in bestimmten gewerblichen Variablen, wie etwa beim Preis von Erdöl und Erdgas, wo die Preise plötzliche und unerwartete Sprünge machen (z.B., während eines Krieges). Die Sprungfrequenz der unterliegenden Variablen wird als der *Sprungsatz* bezeichnet und die Größe jedes Sprunges ist seine *Sprungintensität*.

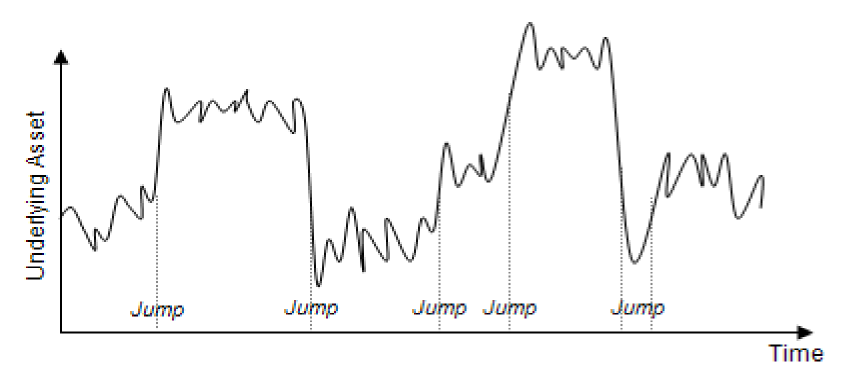


Bild 56 – Verfahren mit Sprung-Diffusion

Der Binomialverband kann nur ein stochastisches Verfahren ohne Sprünge erfassen (z.B., Verfahren mit Brownsche Bewegung und Zufallsbewegung), aber wenn es die Wahrscheinlichkeit eines Sprunges gibt (wenn auch nur eine geringe Poissonverteilung folgende Wahrscheinlichkeit), sind zusätzliche Verzweigungen additional erforderlich. Der Quadranomialverband (vier Verzweigungen auf jedem Knoten) wird verwendet, um diese Sprünge zu erfassen, wie im Bild 57 angezeigt.

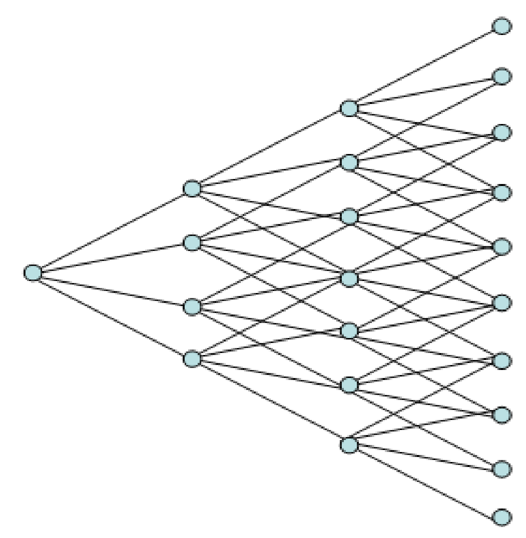


Bild 57 – Quadranomialverband

Seien Sie sich bewusst, dass einige Berechnungen mit höheren Verbandsschritten, aufgrund der Komplexität der Modelle, eine etwas längere Berechnungszeit erfordern könnten. Bestimmte Kombinationen von Inputs könnten außerdem negative implizite risikoneutrale Wahrscheinlichkeiten ergeben und in einem nicht berechenbaren Verband resultieren. In diesem Fall, vergewissern Sie sich, dass die Inputs richtig sind (z.B., die *Sprungintensität* muss größer als 1 sein, wobei 1 keine Sprünge bedeutet; prüfen Sie für falsche Kombinationen von *Sprungsätzen*, *Sprunggrößen* und *Verbandsschritten* nach). Die Wahrscheinlichkeit eines Sprunges kann als das Produkt des *Sprungsatzes* und des Zeitschrittes δt berechnet werden. Das Bild 58 stellt eine Beispielsanalyse von einer Quadranomiale Sprung-Diffusion-Option dar (verwendete Beispielsdatei: *MNLS – Sprung-Diffusion Kauf- und Verkaufsoptionen unter Verwendung von Quadranomialverbänden*). Bitte bemerken Sie, dass Sprung-Diffusion Kauf- und Verkaufsoptionen wertvoller als reguläre Kauf- und Verkaufsoptionen sind. Das liegt daran, dass die Kauf- und Verkaufsoptionen, aufgrund der positiven Sprünge (10% Wahrscheinlichkeit pro Jahr mit einer Durchschnittssprunggröße von 1.50 Mal der vorherigen Werte) des unterliegenden Aktivums, mehr Wert besitzen, trotz der gleichen Volatilität. Wenn eine Aufgabe von reellen Optionen mehr als zwei unterliegenden Aktiva hat, verwenden Sie entweder MSLS und/oder Risk Simulator, um den Bahnverlauf des unterliegenden Aktivums zu simulieren und ihre aufeinander wirkenden Effekte in einem DCF-Modell zu erfassen.

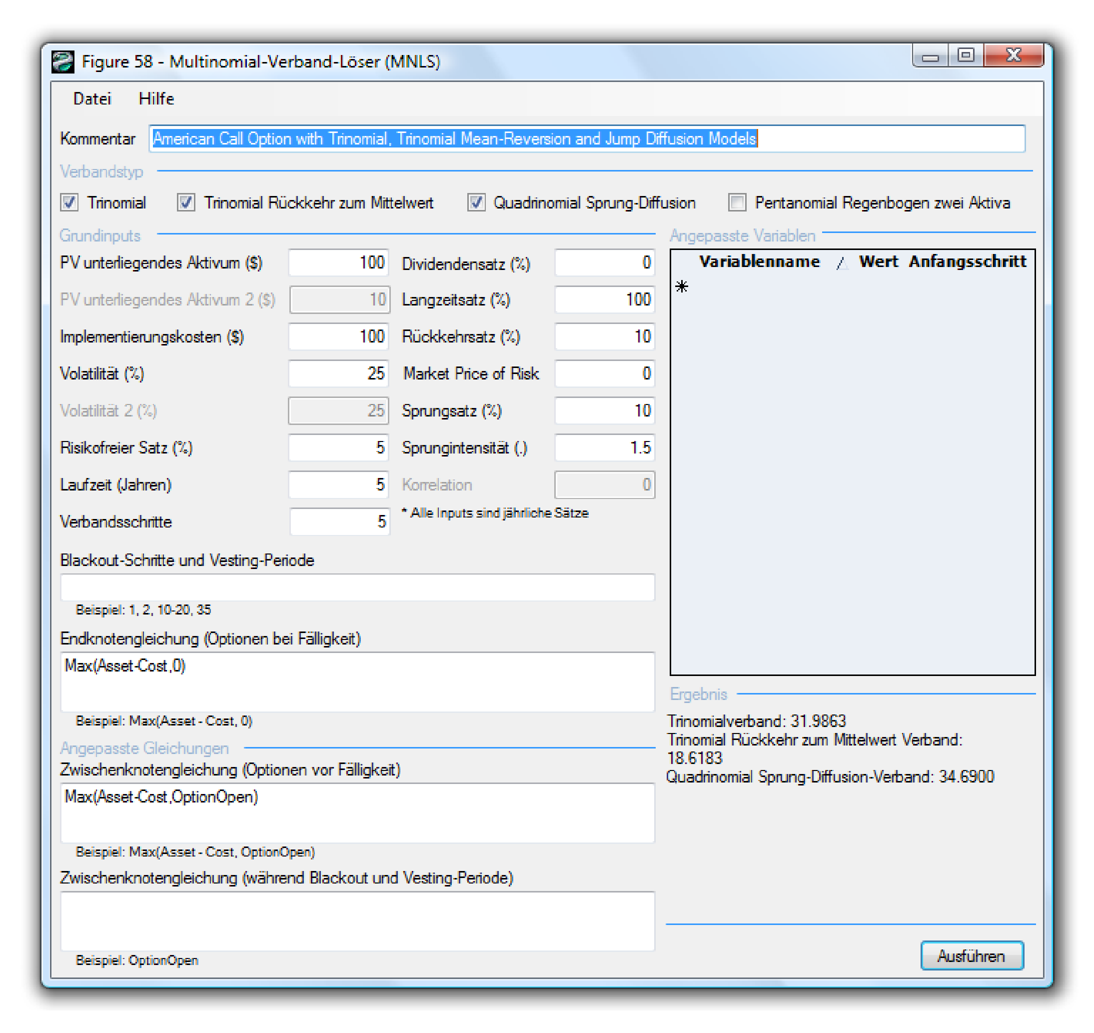


Bild 58 – Ergebnisse eines Quadranomialverbandes mit Sprung-Diffusion Optionen

Doppelvariable Regenbogen-Optionen unter Verwendung von Pentanomialverbänden

Die *Doppelvariable Regenbogen-Option,* sowohl für die amerikanischen als auch die europäischen Optionen, erfordern das Verfahren mit dem *Pentanomialverband* . Ein Regenbogen auf dem Horizont nach einem Regentag enthält verschiedene Farben des Lichtspektrums, und obwohl Regenbogen-Optionen nicht so bunt wie ihre natürlichen Gegenstücke sind, erhalten sie ihren Namen von der Tatsache, dass sie zwei oder mehr unterliegenden Aktiva statt eines besitzen. Im Gegensatz zu Standardoptionen, wird der Wert der Regenbogen-Option vom Verhalten von zwei oder mehr unterliegenden Elementen und von der Korrelation zwischen diesen beiden unterliegenden Elementen bestimmt. Das heißt, der Wert einer Regenbogen-Option wird von der Entwicklung von zwei oder mehr unterliegenden Aktiva bestimmt. Dieses bestimmte Modell ist angemessen, wenn es zwei unterliegende Variablen in der Option gibt (z.B., *Preis des Aktivums* und *Menge*), wobei jede mit verschiedenen Volatilitätsraten fluktuiert aber gleichzeitig korreliert sein könnte (Bild 59). Diese beiden Variablen sind normalerweise in der wirklichen Welt korreliert und der Wert des unterliegenden Aktivums ist das Produkt von Preis und Menge. Aufgrund der verschiedenen Volatilitäten, verwendet man einen Pentanomialverband (mit fünf Verzweigungen), um alle möglichen Kombinationen von Produkten zu erfassen (Bild 60). Seien Sie sich bewusst, dass bestimmte Kombinationen von Inputs einen unlösbaren Verband mit negativen impliziten Wahrscheinlichkeiten ergeben könnten. Wenn sich solch ein Ergebnis ereignet, erscheint eine Meldung. Um zu kompensieren, versuchen Sie eine andere Kombination von Inputs sowie eine höhere Anzahl von Verbandsschritten.

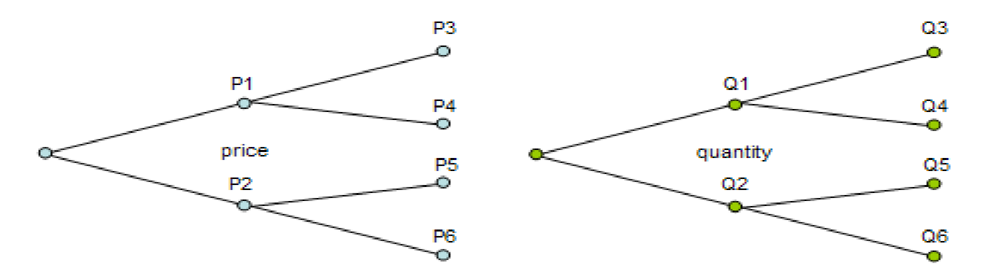


Bild 59 – Zwei Binomialverbände (Preise und Menge des Aktivums)

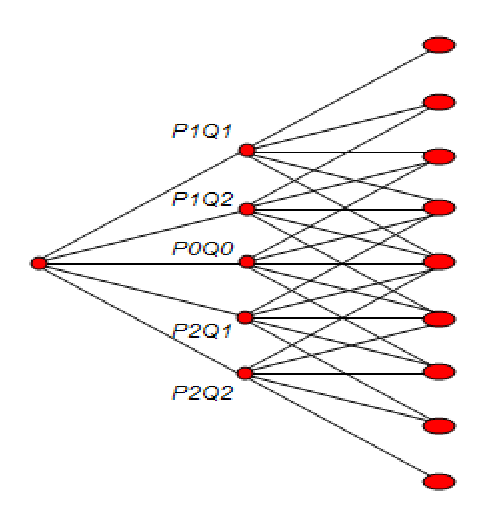


Bild 60 – Pentanomialverband (Kombinierung von zwei Binomialverbänden)

Das Bild 61 zeigt ein Beispiel von einer Zwei-Aktiva Regenbogen-Option (verwendete Beispielsdatei: *MNLS – Zwei-Aktiva Regenbogen-Option Pentanomialverband*). Bitte bemerken Sie, dass eine hohe positive Korrelation, die Werte sowohl der Kauf- als auch der Verkaufsoption steigern wird. Das liegt daran, dass es eine höhere Gesamtportfoliovolatilität gibt, wenn beide unterliegenden Elemente sich in dieselben Richtung bewegen (Preis und Menge können mit hoch-hoch und niedrig-niedrig Niveaus fluktuieren, was einen höheren Gesamtwert des unterliegenden Aktivums generiert). Im Gegensatz dazu vermindern negative Korrelationen die Werte sowohl der Kauf- als auch der Verkaufsoption aufgrund der Portfoliodiversifikationseffekte von negativ korrelierten Variablen. Selbstverständlich ist die Korrelation an dieser Stelle auf Werte –1 und +1 inklusiv begrenzt.

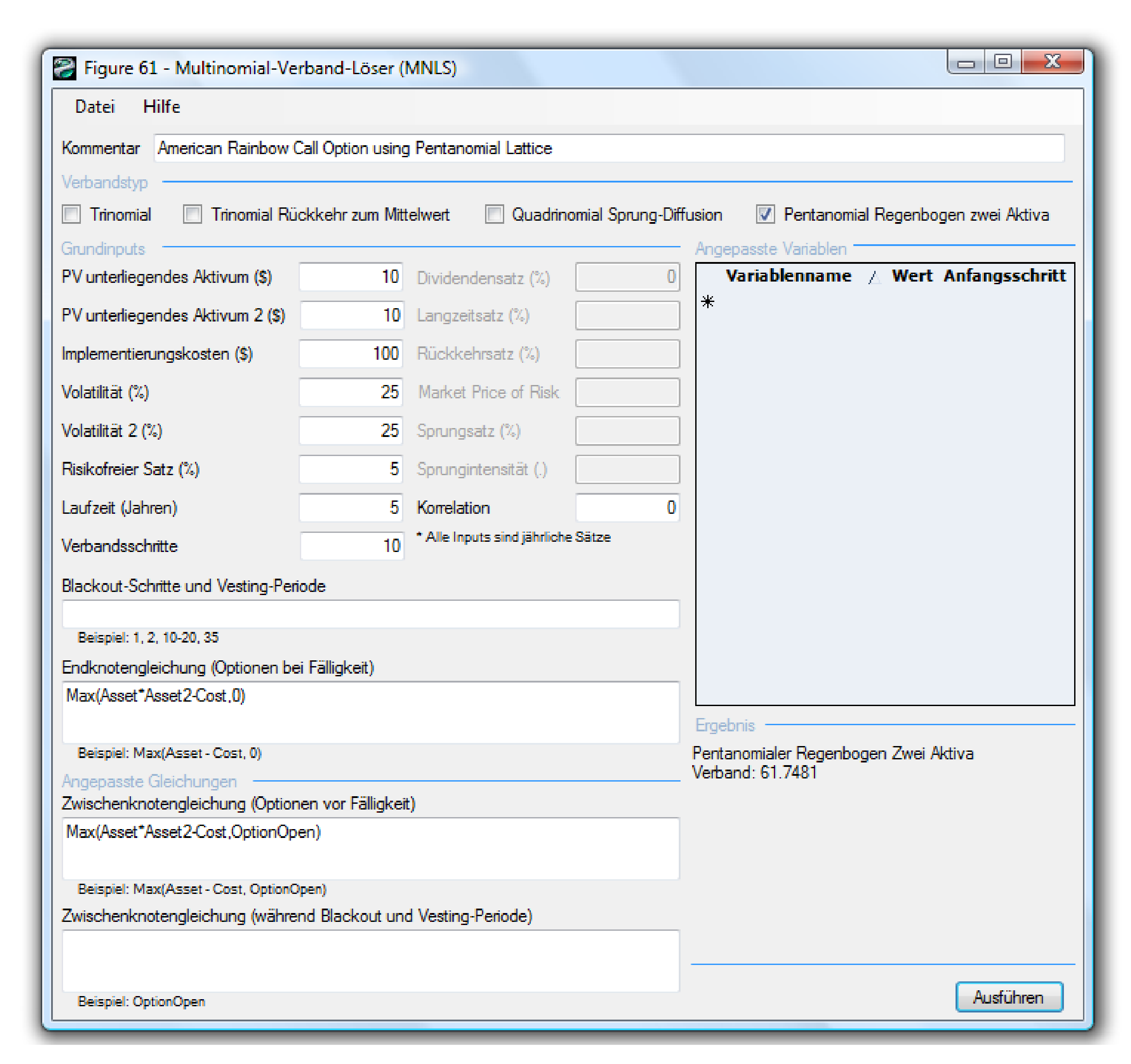


Bild 61 – Pentanomialverband, der eine Zwei-Aktiva Regenbogen-Option löst

Amerikanische und europäische Optionen mit unterer Barriere

Die *Option mit unterer Barriere* misst den strategischen Wert einer Option (dies ist sowohl bei Kauf- als auch bei Verkaufsoptionen anwendbar), die entweder Im Geld oder Aus dem Geld ist, wenn der *Aktivumwert* eine künstliche *untere Barriere* trifft, die derzeitig niedriger als der Aktivumwert liegt. Deshalb deutet eine *Down-und-In* Option (sowohl für Kauf- als auch Verkaufsoptionen) darauf hin, dass die Option lebendig wird, wenn der Aktivumwert die untere Barriere trifft. Im umgekehrten Fall wird eine *Down-und-Out* Option nur lebendig, wenn die untere Barriere nicht durchbrochen wird.

Beispiele dieser Option sind unter anderem Vertragsvereinbarungen, wobei wenn die untere Barriere durchbrochen wird, irgendein Ereignis oder irgendeine Klausel ausgelöst wird. Der Wert einer Barriere-Option ist niedriger als bei Standardoptionen, da die Barriere-Option wertvoll nur innerhalb einer kleineren Preisspanne als bei der Standardoption ist. Der Inhaber einer Barriere-Option verliert einen Teil des traditionellen Optionswertes und deshalb sollten solche Optionen weniger Wert als eine Standardoption besitzen. Ein Beispiel wäre eine Vertragsvereinbarung, wobei der Vertragsschreiber bestimmten Verpflichtungen nachkommen muss oder nicht, wenn der Wert eines Aktivums oder Projektes eine Barriere durchbricht.

Das Bild 62 zeigt eine Option mit unterer Barriere für eine Down-und-In Kaufoption. Bitte bemerken Sie, dass der Wert nur bei $7.3917 liegt, viel niedriger als den Wert von $42.47 einer regulären amerikanischen Kaufoption. Das liegt daran, dass die Barriere niedrig eingestellt ist, bei $90. Das bedeutet, dass das gesamte Vorteilspotential, das eine reguläre Kaufoption besitzen kann, erheblich reduziert sein wird und dass die Option nur ausgeübt werden kann, wenn der Aktivumwert unter diese untere Barriere von $90 sinkt (verwendete Beispielsdatei: *Barriere-Option – Down und In untere Barriere Kaufoption*). Um solch eine Option mit unterer Barriere *verbindlich* zu machen, muss das *Niveau der unteren Barriere unter dem Anfangswert des Aktivums aber über den Implementierungskosten liegen*. Wenn das Niveau der Barriere über dem Anfangswert des Aktivums liegt, dann wird sie eine Option mit oberer Barriere. Wenn die untere Barriere unter den Implementierungskosten liegt, dann wird die Option unter allen Umständen wertlos sein. Nur wenn das Niveau der unteren Barriere zwischen den Implementierungskosten und dem Anfangswert des Aktivums liegt, besitzt die Option einen potentiellen Wert. Allerdings hängt der Optionswert von der Volatilität ab. Unter Verwendung derselben Parameter wie im Bild 62 und mit geänderter Volatilität und geänderten risikofreien Sätzen, erläutern die folgenden Beispiele was sich ereignet:

- Bei einer Volatilität von 75%, liegt der Optionswert bei $4.34
- Bei einer Volatilität von 25%, liegt der Optionswert bei $3.14
- Bei einer Volatilität von 5%, liegt der Optionswert bei $0.01

Je geringer die Volatilität, desto geringer die Wahrscheinlichkeit, dass der Aktivumwert genug fluktuieren wird, um die untere Barriere zu durchbrechen, sodass die Option ausgeübt werden kann. Durch die Balancierung der Volatilität mit der unteren Schwellenbarriere, können Sie optimale Auslösungswerte für die Barrieren erstellen.

Im Gegensatz dazu wird die Option mit unterer Barriere für die Down-und-Out Kaufoption im Bild 63 angezeigt. In diesem Fall, wenn der Aktivumwert diese untere Barriere durchbricht, ist die Option wertlos. Sie ist nur wertvoll, wenn er diese untere Barriere nicht durchbricht. Da Kaufoptionen einen höheren Werte haben, wenn der Aktivumwert hoch ist, und einen geringeren Wert, wenn das Aktivum niedrig ist, ist diese untere Barriere Down-und-Out Kaufoption deshalb beinah so wertvoll als die reguläre amerikanische Option. Je höher die Barriere, desto geringer der Wert der Option mit unterer Barriere (Beispielsdatei: *Barriere-Option – Down und Out untere Barriere Kaufoption*). Zum Beispiel:

- Bei einer unteren Barriere von $90, liegt der Optionswert bei $42.19
- Bei einer unteren Barriere von $100, liegt der Optionswert bei $41.58

Die Bilder 62 und 63 stellen amerikanische Barriere-Optionen dar. Um diese in europäische Barriere-Optionen zu ändern, stellen Sie die Zwischengleichungsknoten auf *OptionOffen* ein. Für bestimmte Typen von Vertragsoptionen, kann man außerdem Vesting- und Blackout-Perioden festlegen. Um solche bermudischen Barriere-Optionen zu lösen, behalten Sie dieselbe Zwischengleichung wie bei den amerikanischen Barriere-Optionen, aber stellen Sie die Zwischengleichung während der Blackout- und Vesting-Perioden auf *OptionOffen* und geben Sie die entsprechenden Verbandsschritte der Blackout- und Vesting-Periode ein. Zuletzt, wenn die Barriere ein wechselndes Ziel im Laufe der Zeit ist, geben Sie einige angepasste Variablen, benannt Barriere, mit den verschiedenen Werten und Verbandsanfangsschritten ein.

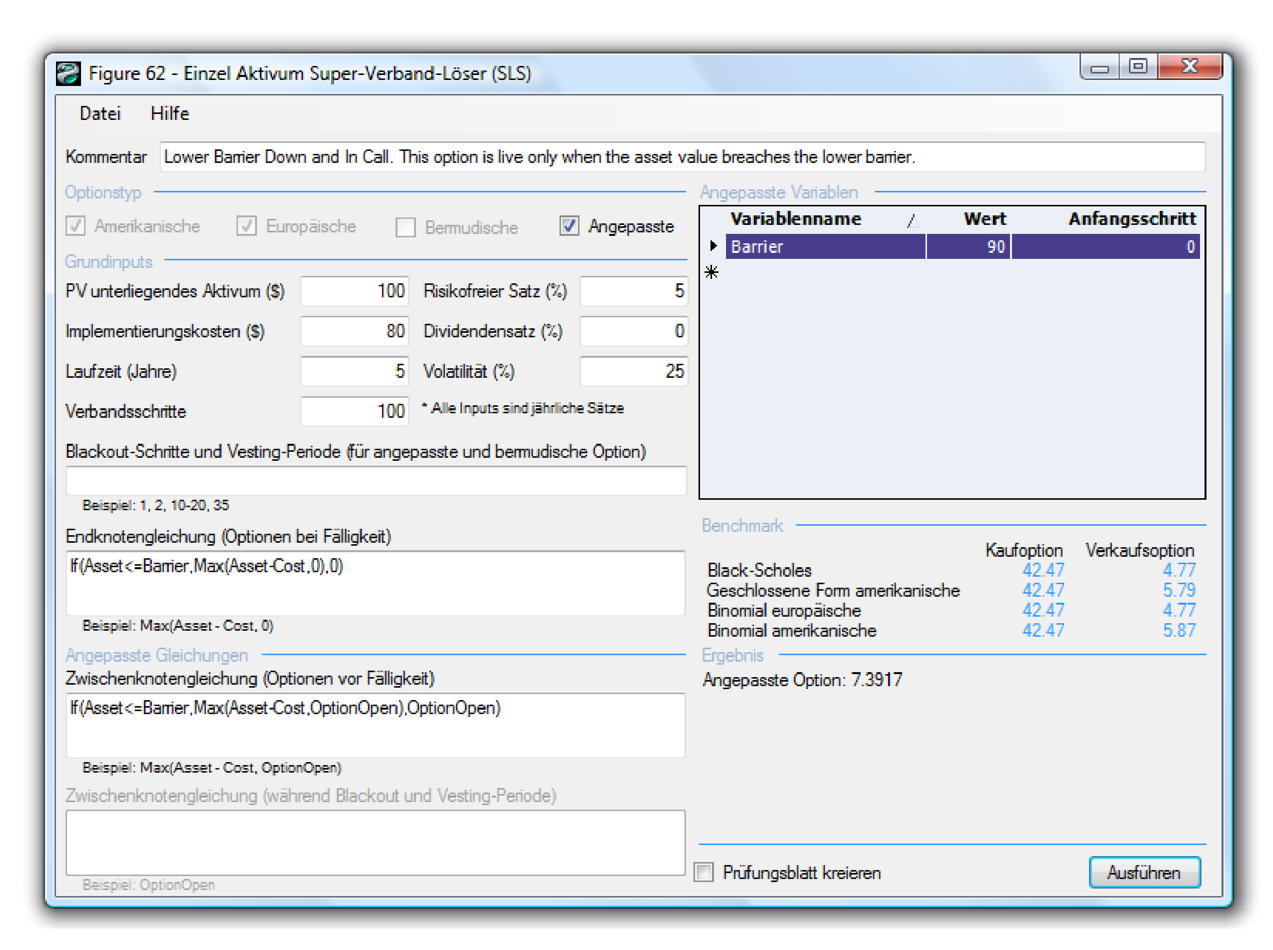


Bild 62 – Down und In amerikanische Option mit unterer Barriere

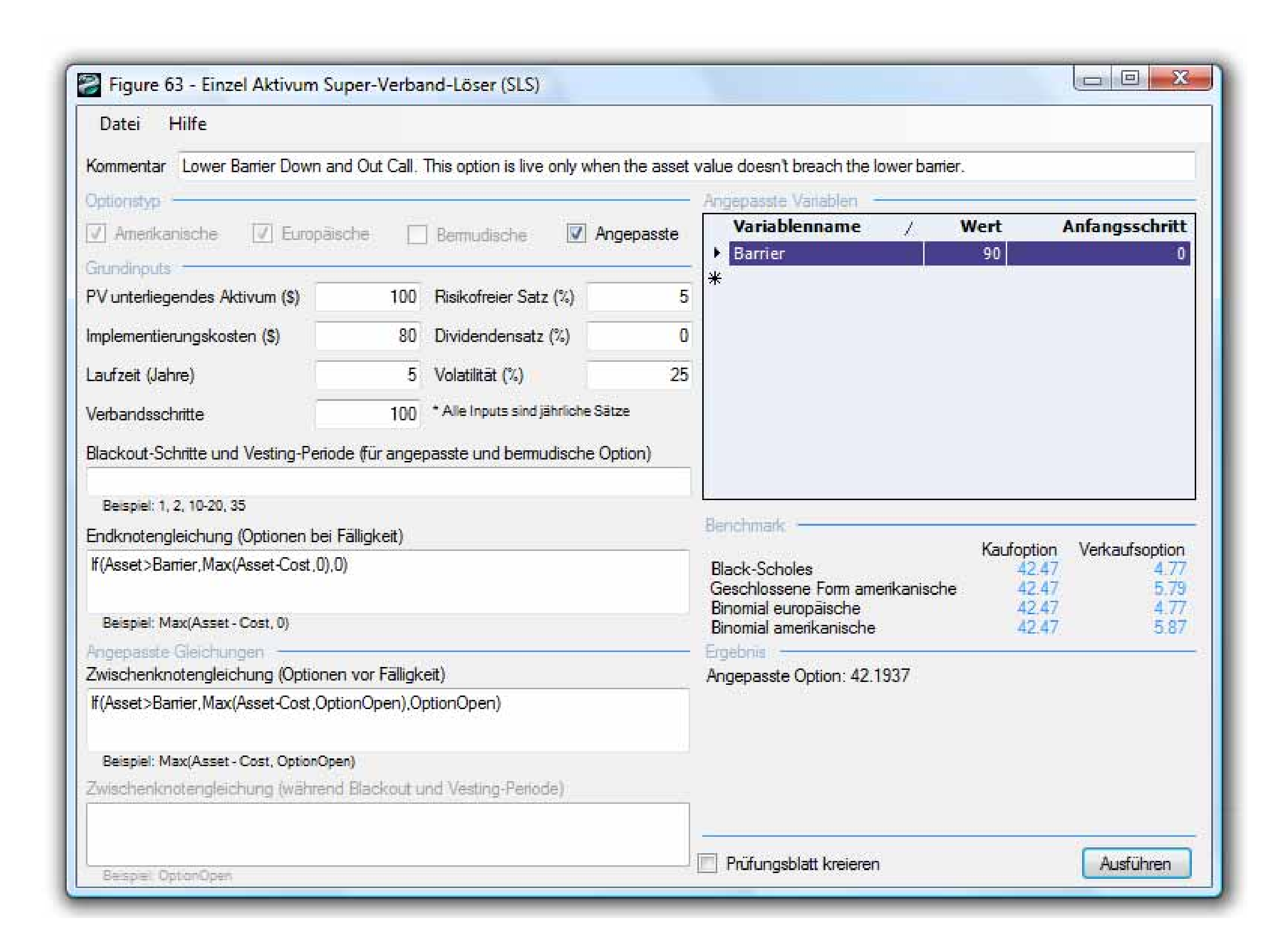


Bild 63 – Down und Out amerikanische Option mit unterer Barriere

Amerikanische und europäische Optionen mit oberer Barriere

Die *Option mit oberer Barriere* misst den strategischen Wert einer Option (das ist sowohl bei Kauf- als auch bei Verkaufsoptionen anwendbar), die entweder Im Geld oder Aus dem Geld ist, wenn der *Aktivumwert* eine künstliche *obere Barriere* trifft, die derzeit höher als der Aktivumwert liegt. Deshalb deutet eine *Up-and-In* Option (für sowohl Kauf- als auch Verkaufsoptionen) darauf hin, dass die Option lebendig wird, wenn der Aktivumwert die obere Barriere trifft. Im umgekehrten Fall wird eine *Up-and-Out* Option nur lebendig, wenn die obere Barriere nicht durchbrochen wird. Das ist sehr ähnlich wie die Option mit unterer Barriere, aber jetzt liegt die Barriere über dem Anfangswert des Aktivums, und für eine verbindliche Barriere-Option sind die Implementierungskosten typisch niedriger als die obere Barriere. Das heißt, dass die *obere Barriere normalerweise > als die Implementierungskosten ist und dass die obere Barriere auch > als der Anfangswert des Aktivums ist.*

Beispiele dieser Option sind unter anderem Vertragsvereinbarungen, wobei wenn die obere Barriere durchbrochen wird, irgendein Ereignis oder irgendeine Klausel ausgelöst wird. Die Werte einer Barriere-Option sind normalerweise niedriger als bei Standardoptionen, da die Barriere-Option wertvoll nur innerhalb einer kleineren Preisspanne als bei der Standardoption ist. Der Inhaber einer Barriere-Option verliert einen Teil des traditionellen Optionswertes und deshalb sollte man eine Barriere-Option bei einem niedrigeren Preis als eine Standardoption verkaufen. Ein Beispiel wäre eine Vertragsvereinbarung, wobei der Vertragsschreiber bestimmten Verpflichtungen nachkommen muss oder nicht, wenn der Wert des Aktivums oder Projektes eine Barriere durchbricht.

Die amerikanische Up-und-In obere Barriere-Option besitzt einen etwas geringeren Wert als eine reguläre amerikanische Kaufoption, wie im Bild 64 angezeigt. Das liegt daran, dass ein Teil des Optionswertes verloren geht, wenn das Aktivum niedriger als die Barriere aber höher als die Implementierungskosten ist. Natürlich, *je höher die obere Barriere, desto geringer der Wert der Up-und-In Barriere-Option*, da mehr Optionswert verloren geht, aufgrund der Unfähigkeit die Option auszuüben, wenn der Aktivumwert unter der Barriere liegt (verwendete Beispielsdatei: *Barriere-Option – Up und In obere Barriere Kaufoption*). Zum Beispiel:

- Bei einer oberen Barriere von $110, liegt der Optionswert bei $41.22
- Bei einer oberen Barriere von $120, liegt der Optionswert bei $39.89

Im Gegensatz dazu ist eine amerikanische Up-und-Out obere Barriere-Option viel weniger wertvoll, weil diese Barriere das Vorteilspotential der Option kürzt. Das Bild 65 zeigt die Berechnung solch einer Option. Natürlich, *je höher die obere Barriere, desto höher der Optionswert* (verwendete Beispielsdatei: *Barriere-Option – Up und Out obere Barriere C Kaufoption all*). Zum Beispiel:

- Bei einer oberen Barriere von $110, liegt der Optionswert bei $23.69
- Bei einer oberen Barriere von $120, liegt der Optionswert bei $29.59

Zuletzt, bemerken Sie die Themen der unverbindlichen Barriere-Optionen. Beispiele von ***unverbindlichen Optionen*** sind:

- *Up-und-Out obere Barriere Kaufoptionen: wenn die obere Barriere ≤ den Implementierungskosten ist, dann ist die Option wertlos*
- *Up-und-In obere Barriere Kaufoptionen: wenn die obere Barriere ≤ den Implementierungskosten ist, dann kehrt der Optionswert zu einer einfachen Kaufoption zurück.*

Beispiele von Optionen mit oberer Barriere sind Vertragsoptionen. Typische Beispiele sind:

- Ein Hersteller vereinbart vertragsgemäß, seine Produkte nicht zu einem höhern Preis als einem zuvor festgestellten oberen Barrierenpreisniveau zu verkaufen.
- Ein Kunde stimmt zu, den Marktpreis eines Gutes oder Produktes bis zu einem bestimmten Betrag zu bezahlen; der Vertrag wird dann ungültig, wenn er eine bestimmte Preisobergrenze überschreitet.

Die Bilder 64 und 65 stellen amerikanische Barriere-Optionen dar. Um diese in europäischen Barriere-Optionen zu ändern, stellen Sie die Zwischengleichungsknoten auf *OptionOffen* ein. Für bestimmte Typen von Vertragsoptionen, kann man außerdem Vesting- und Blackout-Perioden festlegen. Um solche bermudischen Barriere-Optionen zu lösen, behalten Sie dieselbe Zwischengleichung wie bei den amerikanischen Barriere-Optionen, aber stellen Sie die Zwischengleichung während Blackout- und Vesting-Perioden auf *OptionOffen* und geben Sie die entsprechenden Verbandsschritte der Blackout- und Vesting-Periode ein. Zuletzt, wenn die Barriere ein sich wechselndes Ziel im Laufe der Zeit ist, geben Sie einige angepasste Variablen, benannt Barriere, mit den verschiedenen Werten und Verbandsanfangsschritten ein.

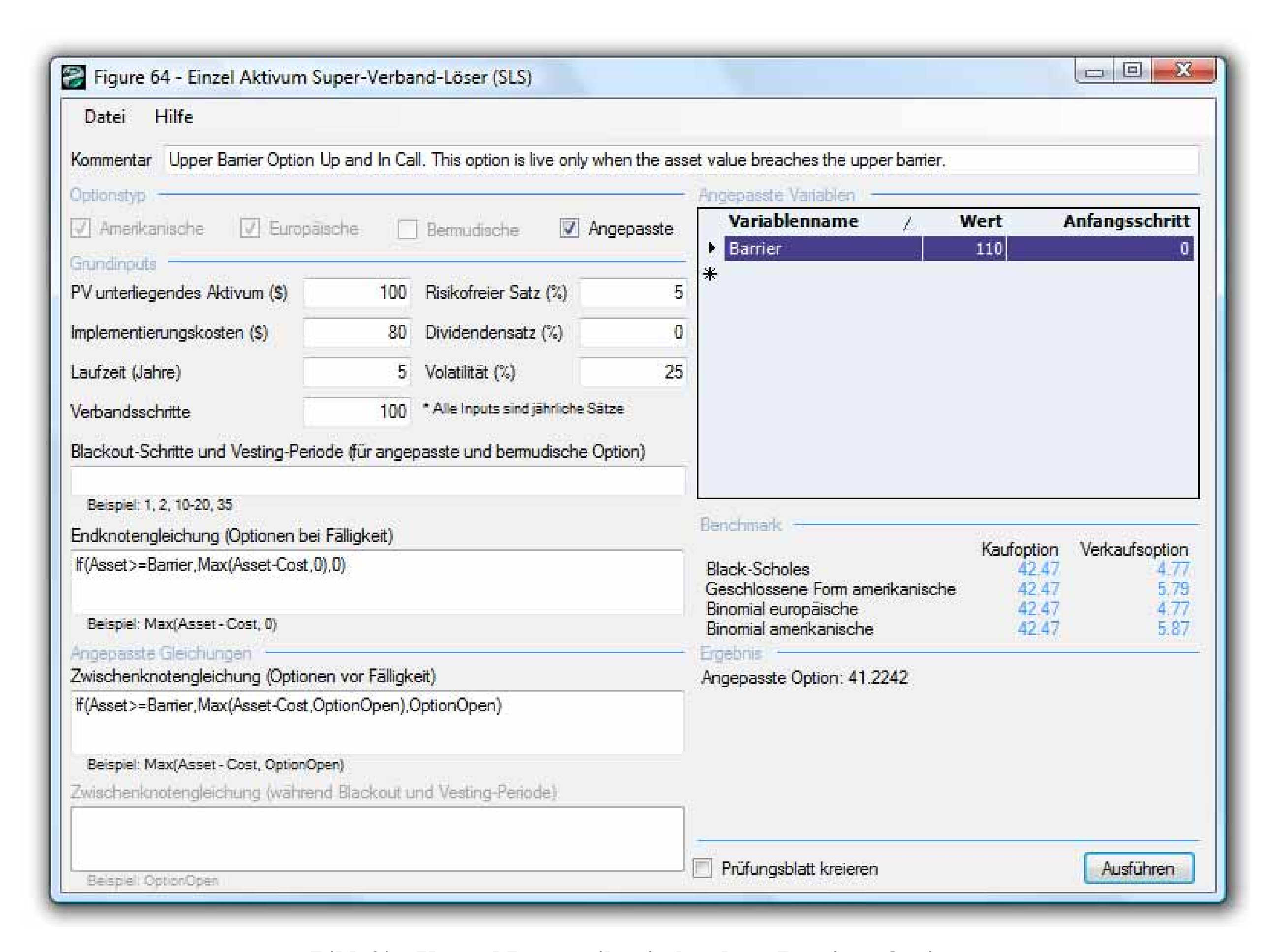


Bild 64 – Up und In amerikanische obere Barriere-Option

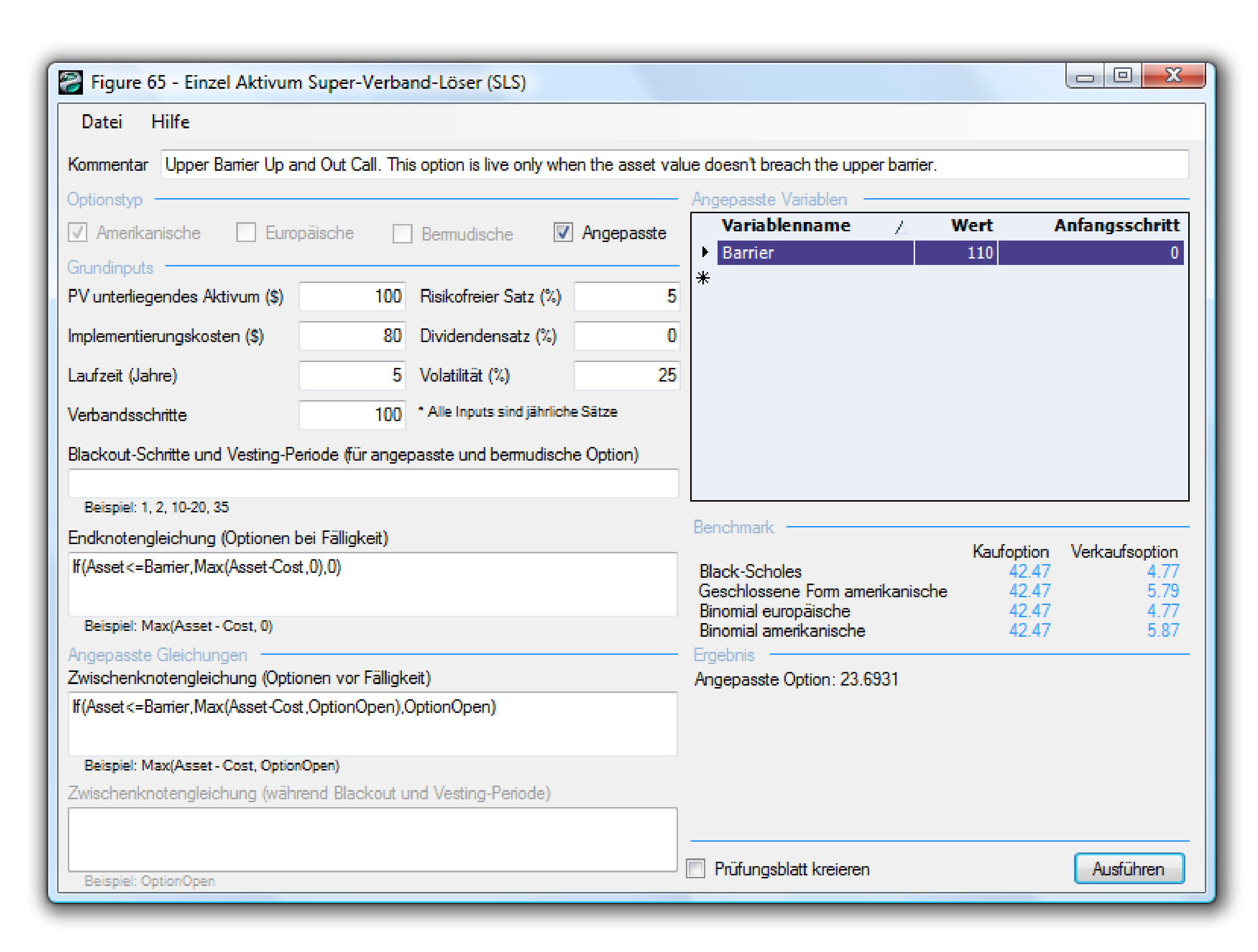


Bild 65 – Up und Out amerikanische obere Barriere-Option

Amerikanische und europäische Optionen mit Doppelbarrieren und exotischen Barrieren

Die *Option mit Doppelbarrieren* wird unter Verwendung eines Binomialverbandes gelöst. Dieses Modell misst den strategischen Wert einer Option (das ist sowohl bei Kauf- als auch bei Verkaufsoptionen anwendbar), die entweder Im Geld oder Aus dem Geld ist, wenn der *Aktivumwert* eine künstliche *untere oder obere Barriere* trifft. Deshalb deutet eine *Up-and-In* und eine *Down-and-In* Option (sowohl für Kauf- als auch Verkaufsoptionen) darauf hin, dass die Option lebendig wird, wenn der Aktivumwert entweder die untere oder die obere Barriere trifft. Im umgekehrten Fall werden *Up-and-Out* und *Down-and-In* Optionen nur lebendig, wenn weder die untere noch die obere Barriere durchbrochen wird. Beispiele dieser Option sind unter anderem Vertragsvereinbarungen, wobei wenn die obere Barriere durchbrochen wird, wird irgendein Ereignis oder irgendeine Klausel ausgelöst. Der Wert einer Barriere-Option ist normalerweise niedriger als bei Standardoptionen, da die Barriere-Option wertvoll nur innerhalb einer kleineren Preisspanne als bei der Standardoption ist. Der Inhaber einer Barriere-Option verliert einen Teil des traditionellen Optionswertes und deshalb sollte man eine Barriere-Option bei einem niedrigeren Preis als eine Standardoption verkaufen.

Das Bild 66 stellt eine amerikanische Up-und-In, Down-und-In Doppelbarriere-Option dar. Dies ist eine Kombination der vorher angezeigten Optionen mit oberer und unterer Barriere Die genau gleiche Logik gilt für diese Doppelbarriere-Option.

Um diese in europäische Barriere-Optionen zu ändern, stellen Sie die Zwischengleichungsknoten auf *OptionOffen* ein. Für bestimmte Typen von Vertragsoptionen, kann man außerdem Vesting- und Blackout-Perioden festlegen. Um solche bermudischen Barriere-Optionen zu lösen, behalten Sie dieselbe Zwischengleichung wie bei den amerikanischen Barriere-Optionen, aber stellen Sie die Zwischengleichung während Blackout- und Vesting-Perioden auf *OptionOffen* und geben Sie die entsprechende Verbandsschritten der Blackout- und Vesting-Periode ein. Zuletzt, wenn die Barriere ein sich wechselndes Ziel im Laufe der Zeit ist, geben Sie einigen angepassten Variablen, benannt Barriere, mit den verschiedenen Werten und Verbandsanfangsschritten ein.

Exotische Barriere-Optionen existieren, wenn andere Optionen mit Barrieren kombiniert werden. Zum Beispiel, eine Option zum Expandieren kann nur dann ausgeübt werden, wenn der PV (Gegenwartswert) Aktivum eine bestimmte Schwelle überschreitet; eine Kontraktionsoption die Herstellung auszulagern kann nur dann ausgeübt werden, wenn sie unter einen bestimmten Breakeven-Punkt fällt. Man kann auch solche Optionen leicht unter Verwendung von SLS modellieren.

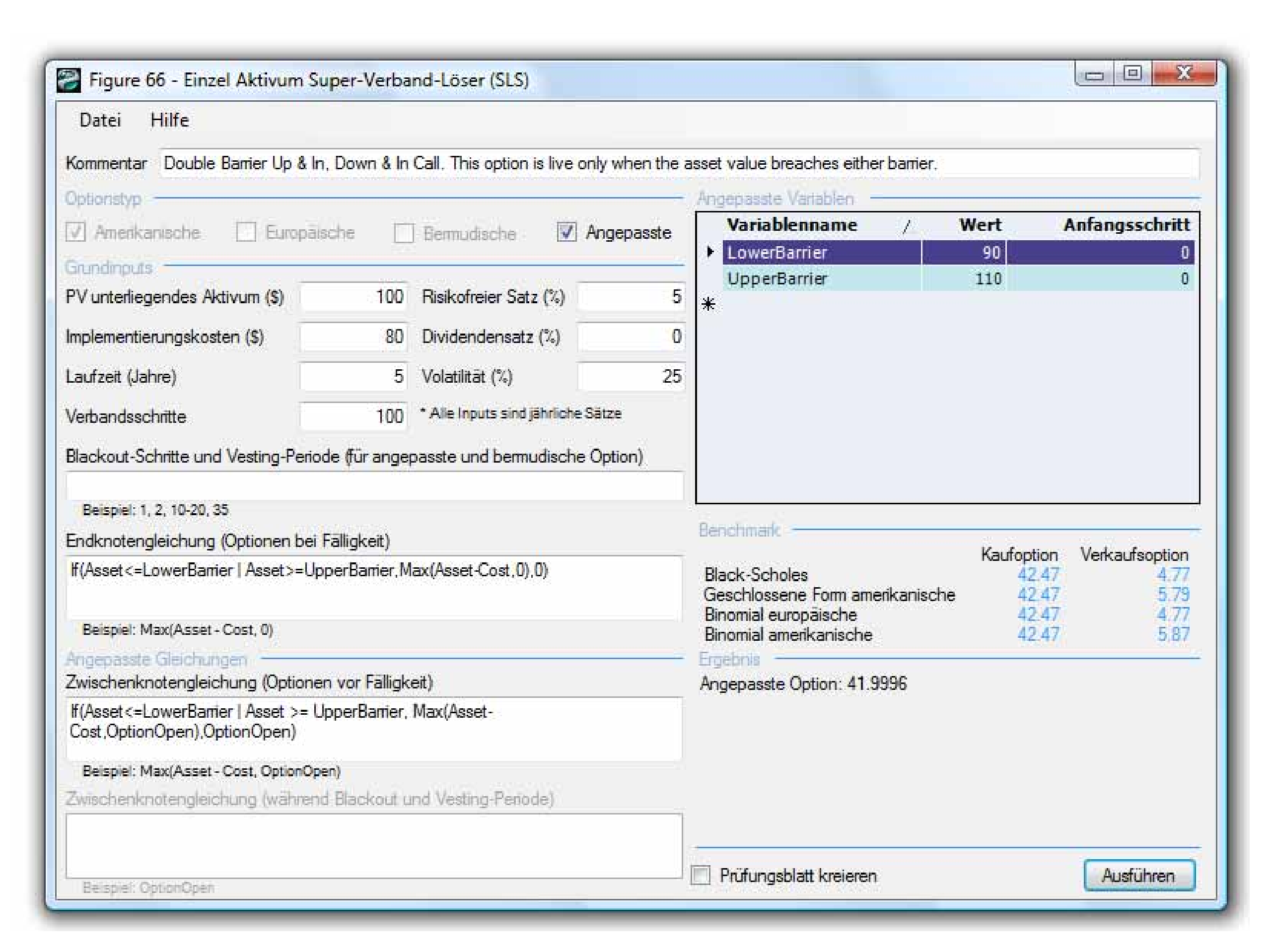


Bild 66 – Up und In, Down und In Doppelbarriere-Option

SEKTION III – BELEGSCHAFTSAKTIENOPTIONEN

Amerikanische Belegschaftsaktienoptionen (ESO) mit Vesting-Periode

Das Bild 67 erläutert wie man eine Belegschaftsaktienoption (ESO) mit einer Vesting-Periode und Blackoutdaten modellieren kann. Geben Sie die Blackoutschritte (0-39) ein. Weil das Inputfeld der Blackoutdaten verwendet wurde, müssen Sie die Endgleichung (TE), die Zwischengleichung (IE) und die Zwischengleichung während Vesting- und Blackout-Perioden (IEV) eingeben. Geben Sie *Max(Aktie-Ausübungspreis,0)* für die Endgleichung (TE), *Max(Aktie-Ausübungspreis,0,OptionOffen)* für die Zwischengleichung (IE) und *OptionOffen* für die Zwischengleichung während der Vesting- und Blackout-Perioden (IEV) ein (verwendete Beispielsdatei: *ESO Vesting*). Das bedeutet, die Option wird ausgeübt oder man erlaubt, dass sie wertlos bei der Fälligkeit abläuft; die Option wird frühzeitig ausgeübt oder man behält sie während der Zwischenknoten offen; und die Option wird nur offen gehalten und keine Ausübungen sind während der Zwischenschritte, wenn Blackouts oder Vesting stattfinden, erlaubt. Das Ergebnis ist $49.73 (Bild 67), was man durch die Verwendung von ESO Valuation Toolkit (Bewertungs-Toolkit) (Bild 68) bestätigen kann. ESO Valuation Toolkit ist ein weiteres von Real Options Valuation, Inc. entwickeltes Software-Tool, ausdrücklich entworfen, um ESO-Probleme, den 2004 FAS 123 gemäß, zu lösen. In der Tat wurde diese Software vom Financial Accounting Standards Board verwendet, um das Bewertungsbeispiel in deren letztem FAS 123 Statement im Dezember 2004 zu modellieren. Bevor Sie mit ESO-Bewertungen beginnen, wird dem Benutzer empfohlen, das Buch *Valuing Employee Stock Options* (Wiley 2004) von Dr. Johnathan Mun als Einführung zu lesen.

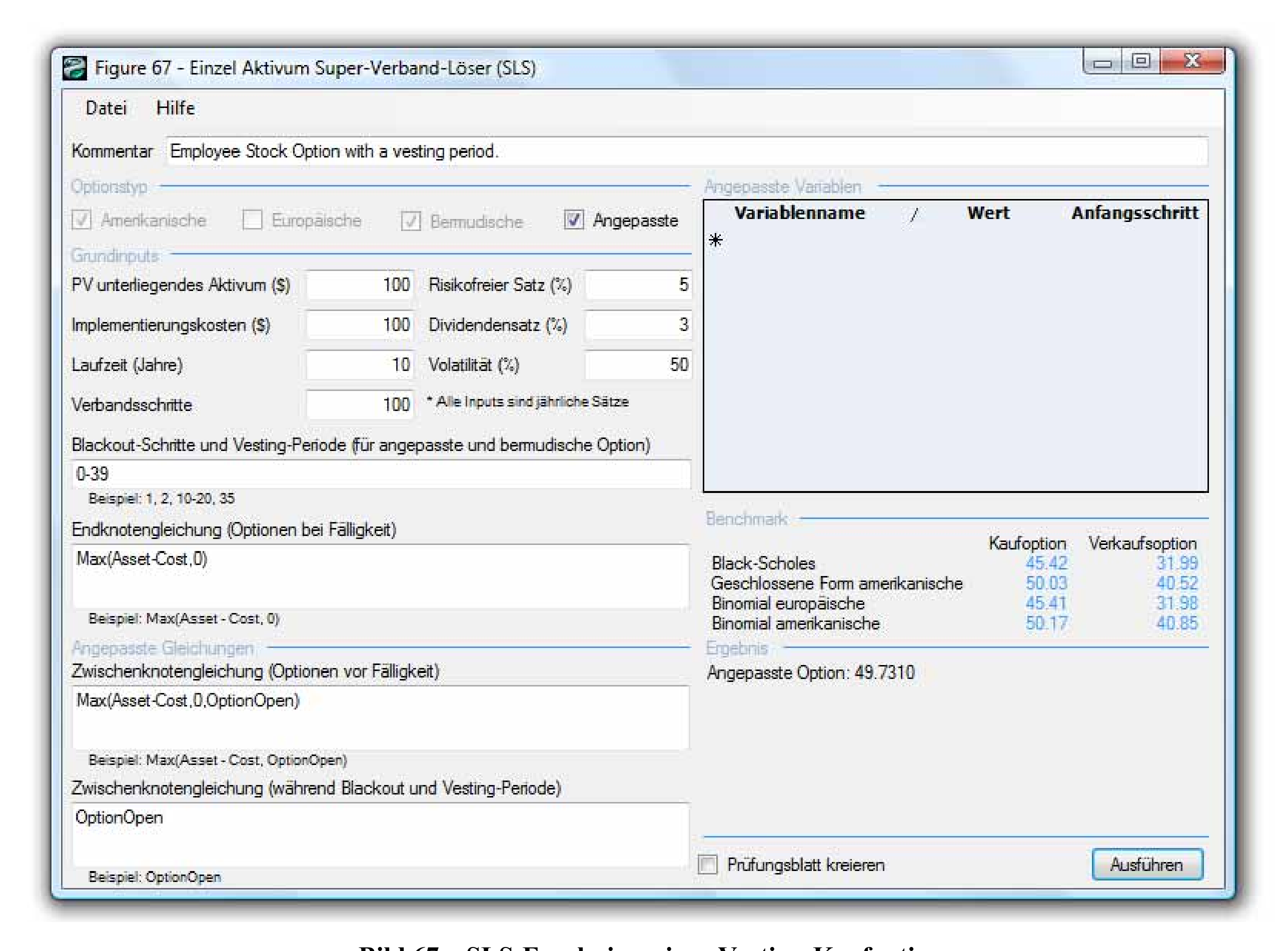


Bild 67 – SLS-Ergebnisse einer Vesting-Kaufoption

American Option with Vesting Requirements

Assumptions

Stock Price ($)	$100.00
Strike Price ($)	$100.00
Maturity in Years (.)	10.00
Risk-Free Rate (%)	5.00%
Dividends (%)	3.00%
Volatility (%)	50.00%
Vesting in Years (.)	4.00

Intermediate Calculations

Stepping-Time (dt)	1.0000
Up Step-Size (up)	1.6487
Down Step-Size (down)	0.6065
Risk-Neutral Probability (prob)	39.69%

Results

10-Step Lattice Results	$48.98
Generalized Black-Scholes	$45.42
American Closed-Form Approx	$50.03
100-Step Binomial Super Lattice	$49.73
Binomial Super Lattice Steps	100 Steps
10-Step Trinomial Super Lattice	$44.95
Trinomial Super Lattice Steps	10 Steps

Calculate

Main Menu

Analyze

Underlying Stock Price Lattice

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										14841.32
									9001.71	
								5459.82		5459.82
							3311.55		3311.55	
						2008.55		2008.55		2008.55
					1218.25		1218.25		1218.25	
				738.91		738.91		738.91		738.91
			448.17		448.17		448.17		448.17	
		271.83		271.83		271.83		271.83		271.83
	164.87		164.87		164.87		164.87		164.87	
100.00		100.00		100.00		100.00		100.00		100.00
	60.65		60.65		60.65		60.65		60.65	
		36.79		36.79		36.79		36.79		36.79
			22.31		22.31		22.31		22.31	
				13.53		13.53		13.53		13.53
					8.21		8.21		8.21	
						4.98		4.98		4.98
							3.02		3.02	
								1.83		1.83
									1.11	
										0.67

Vesting Calculation

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Option Valuation Lattice

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										14741.32
									8901.71	
								5359.82		5359.82
							3211.55		3211.55	
						1908.55		1908.55		1908.55
					1118.25		1118.25		1118.25	
				638.91		638.91		638.91		638.91
			345.23		348.17		348.17		348.17	
		183.29		181.29		176.74		171.83		171.83
	95.59		92.29		86.87		78.93		64.88	
48.98		45.99		41.55		35.11		24.50		0.00
	22.48		19.43		15.26		9.25		0.00	
		8.91		6.52		3.49		0.00		0.00
			2.75		1.32		0.00		0.00	
				0.50		0.00		0.00		0.00
					0.00		0.00		0.00	
						0.00		0.00		0.00
							0.00		0.00	
								0.00		0.00
									0.00	
										0.00

Bild 68 – ESO Valuation Toolkit Ergebnisse einer Vesting-Kaufoption

Amerikanische ESO mit suboptimalem Ausübungsverhalten

Dieses Beispiel im Bild 69 zeigt wie man suboptimale Ausübungsverhaltensmultiple in der Analyse einschließen kann und wie die Liste der angepassten Variablen list verwendet werden kann (verwendete Beispielsdatei: *ESO suboptimales Verhalten*; die Schritte wurden auf 100 in diesem Beispiel geändert). Die Endgleichung (TE) ist dieselbe wie beim vorherigen Beispiel, aber die Zwischengleichung (IE) nimmt an, dass die Option suboptimal ausgeübt wird, wenn der Aktienpreis in einer zukünftigen Situation die suboptimale Ausübungsschwelle multipliziert mit dem Ausübungspreis überschreitet. Bitte bemerken Sie, dass die Zwischengleichung während Vesting- und Blackout-Perioden (IEV) nicht verwendet wird, weil wir keine Vesting- und Blackout-Perioden angenommen haben. Außerdem wird die Variable der *suboptimalen* Ausübungsmultiplen in der Liste der angepassten Variablen mit dem relevanten Wert von 1.85 und einem Anfangsschritt von 0 aufgelistet. Das bedeutet, dass 1.85 vom Schritt 0 im Verband bis zum Schritt 100 anwendbar ist. Man kann die Ergebnisse wieder mit dem ESO Toolkit (Bild 70) verifizieren.

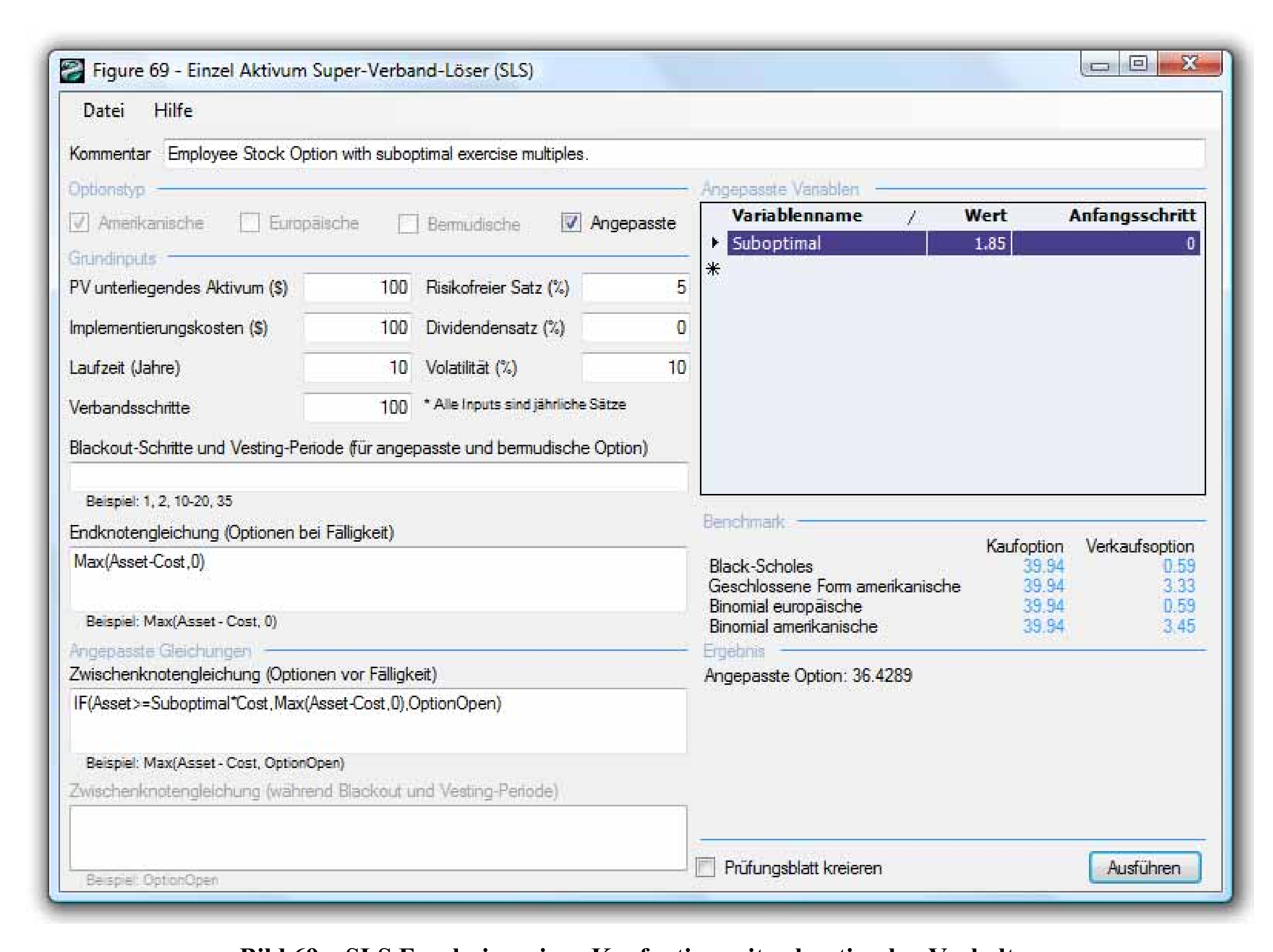


Bild 69 – SLS Ergebnisse einer Kaufoption mit suboptimalen Verhalten

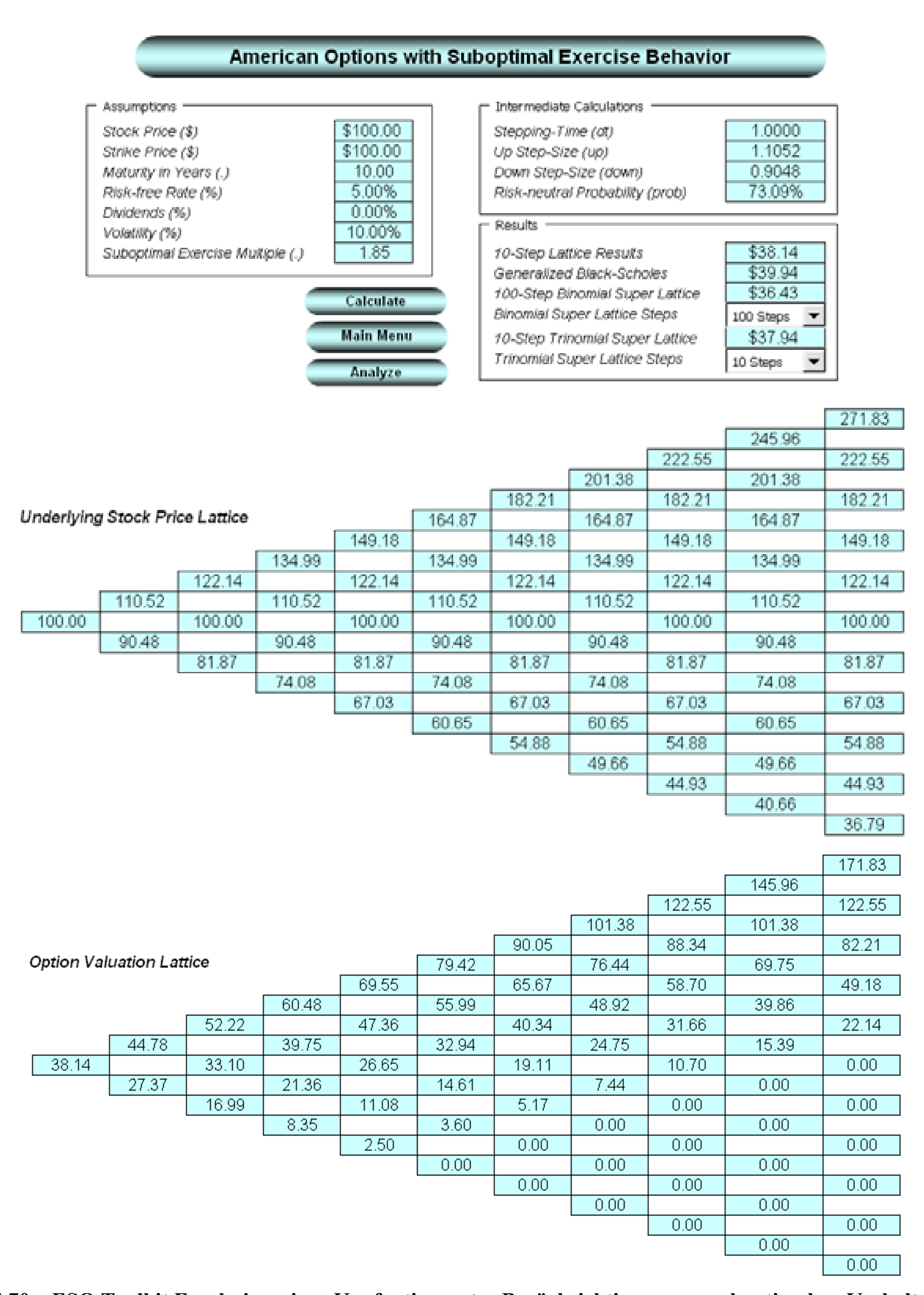


Bild 70 – ESO Toolkit Ergebnisse einer Kaufoption unter Berücksichtigung von suboptimalem Verhalten

Amerikanische ESO mit Vesting und suboptimalem Ausübungsverhalten

Als nächstes haben wir Belegschaftsaktienoptionen (ESO) mit Vesting und suboptimalem Ausübungsverhalten. Dies ist nur die Erweiterung der beiden vorherigen Beispiele. Wie zuvor, kann man das Ergebnis von $9.22 (Bild 71) unter Verwendung von ESO Toolkit verifizieren, wie im Bild 72 angezeigt (verwendete Beispielsdatei: *ESO Vesting mit suboptimalem Verhalten*).

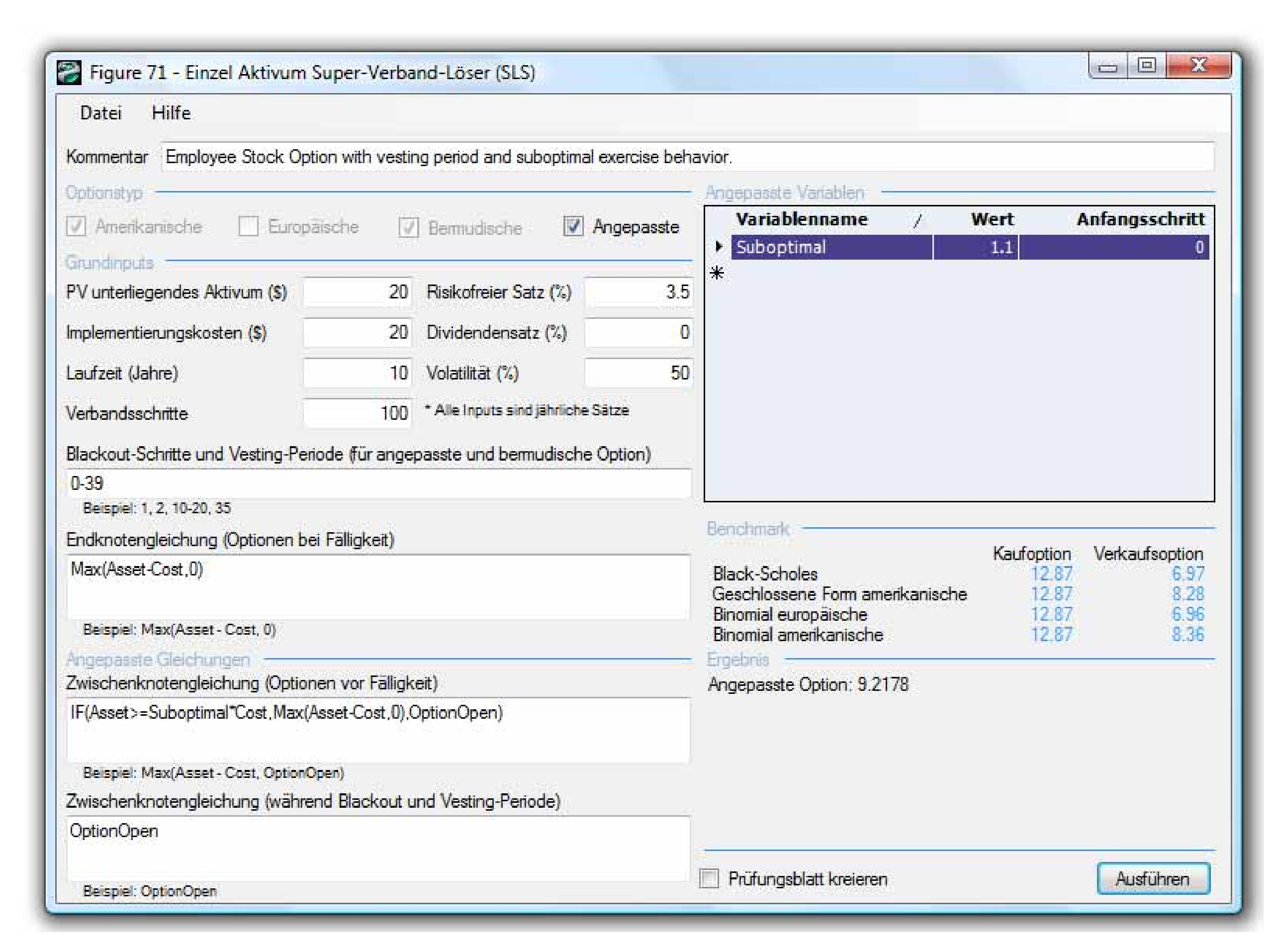


Bild 71 – SLS Ergebnisse einer Kaufoption unter Berücksichtigung von Vesting und suboptimalem Verhalten

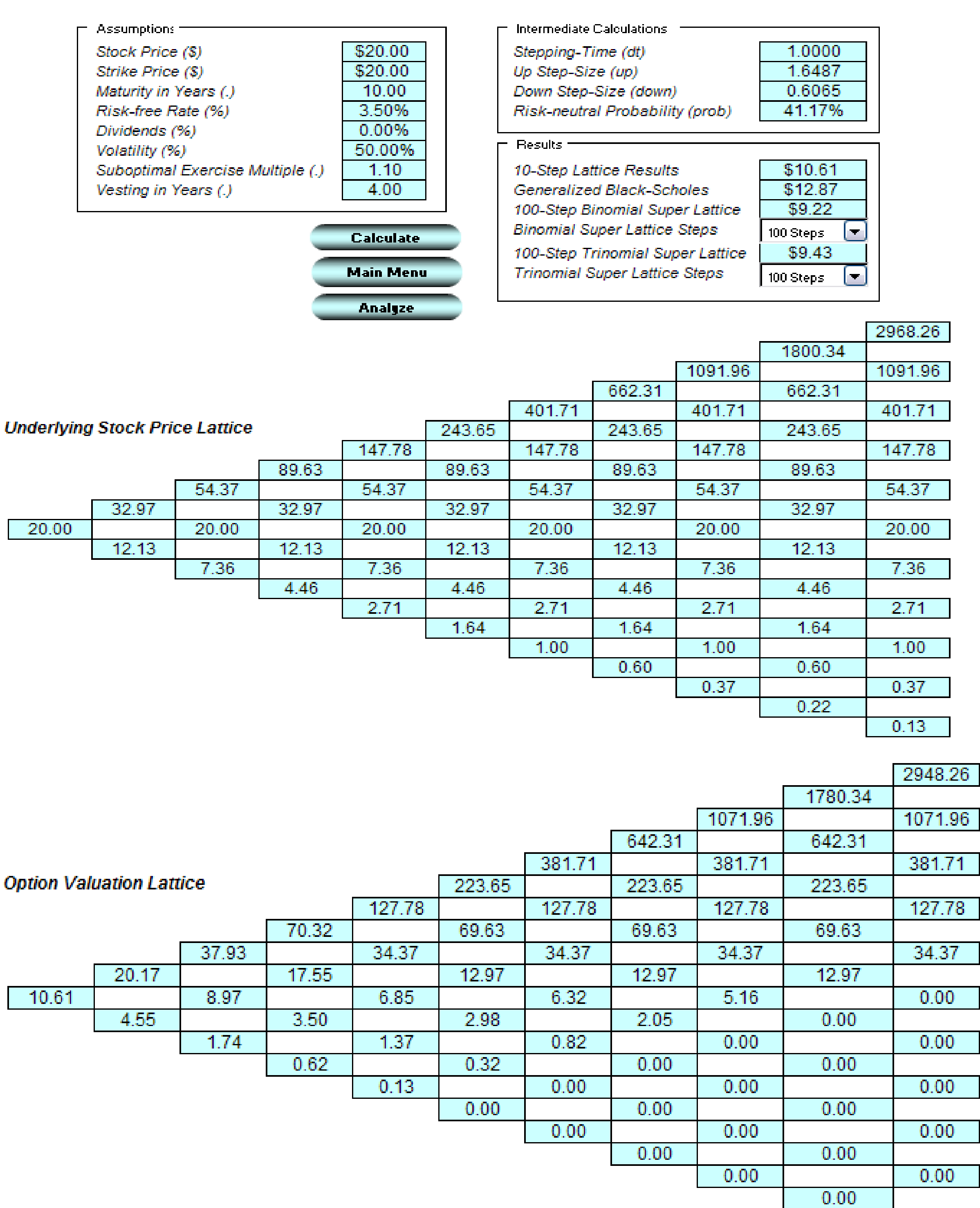


Bild 72 – ESO Toolkit Ergebnisse einer Kaufoption unter Berücksichtigung von Vesting und suboptimalem Verhalten

Amerikanische ESO mit Vesting, suboptimalem Ausübungsverhalten, Blackout-Perioden und Verfallsrate

Dieses Beispiel integriert jetzt das Element des Verfalls im Modell, wie im Bild 73 angezeigt (verwendete Beispielsdatei: *ESO Vesting, Blackout, Suboptimal, Verfall*). Das bedeutet, dass wenn die Option gevestet ist und der vorherrschende Aktienpreis die suboptimale Schwelle über dem Ausübungspreis überschreitet, wird die Option kurzerhand und suboptimal ausgeübt. Wenn sie gevestet ist aber die Schwelle nicht überschreitet, wird die Option nur ausgeübt, wenn der Post-Vesting-Verfall stattfindet, sonst wird sie offen gehalten. Das bedeutet, dass der Zwischenschritt ein Wahrscheinlichkeitsgewichteter Durchschnitt dieser Ereignisse ist. Zuletzt, wenn ein Arbeitnehmer die Option während der Vesting-Periode aufgibt, verfallen alle Optionen mit einer Pre-Vesting-Verfallsrate. In diesem Beispiel nehmen wir identische Pre- und Post-Vesting-Verfälle an, sodass wir die Ergebnisse mit dem ESO Toolkit (Bild 74) verifizieren können. In bestimmten anderen Fällen kann man eine andere Rate annehmen.

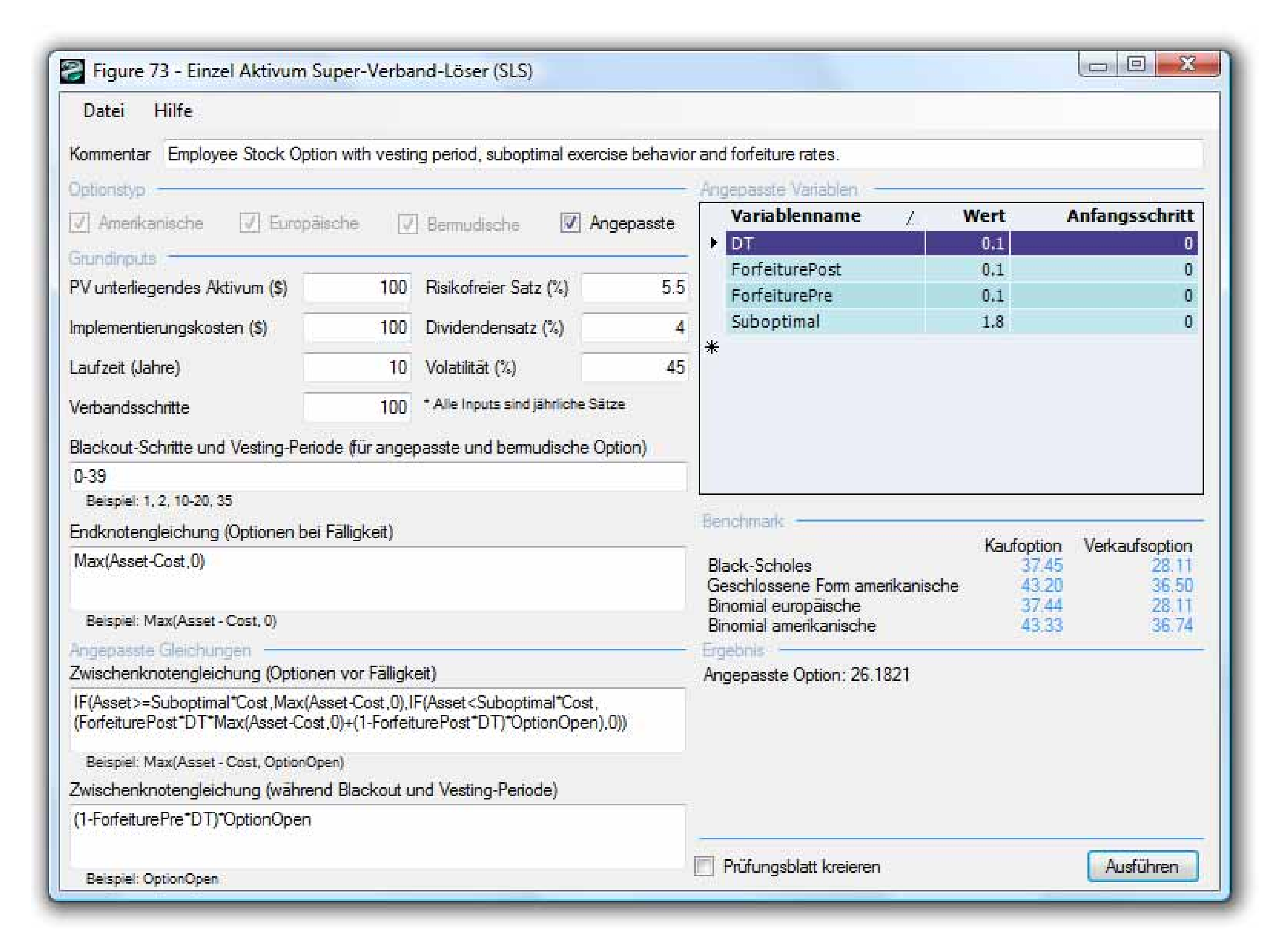
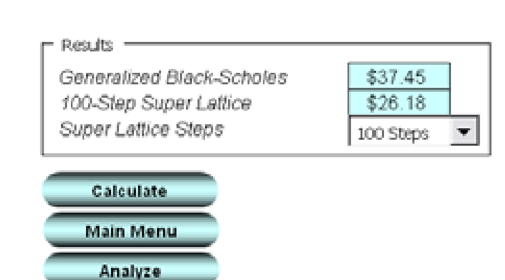


Bild 73 – SLS Ergebnisse einer Kaufoption unter Berücksichtigung von Vesting, Verfall, suboptimalem Verhalten und Blackout-Perioden

Customized American Option

Assumptions

Stock Price ($)	$100.00
Strike Price ($)	$100.00
Maturity in Years (.)	10.00
Risk-free Rate (%)	5.50%
Dividends (%)	4.00%
Volatility (%)	45.00%
Suboptimal Exercise Multiple (.)	1.80
Vesting in Years (.)	4.00
Forfeiture Rate (%)	10.00%



Additional Assumptions

Year	Volatility %
10.00	45.00%
10.00	45.00%
10.00	45.00%
10.00	45.00%
10.00	45.00%
10.00	45.00%
10.00	45.00%
10.00	45.00%
10.00	45.00%
10.00	45.00%

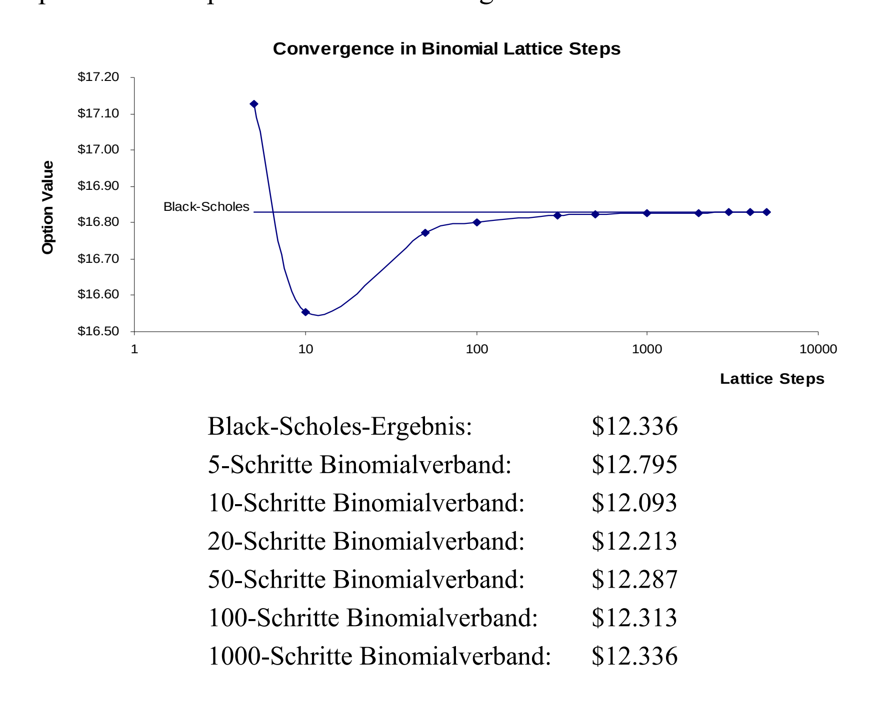
Year	Risk-free %
10.00	5.50%
10.00	5.50%
10.00	5.50%
10.00	5.50%
10.00	5.50%
10.00	5.50%
10.00	5.50%
10.00	5.50%
10.00	5.50%
10.00	5.50%

Please be aware that by applying multiple changing volatilities over time, a non-recombining lattice is required, which increases the computation time significantly. In addition, only smaller lattice steps may be computed. When many volatilities over time and many lattice steps are required, use Monte Carlo simulation on the volatilities and run the Basic or Advanced Custom Option module instead. For additional steps, use the ESO Function:

Bild 74 – ESO Toolkit Ergebnisse nach Berücksichtigung von Vesting, Verfall, suboptimalem Verhalten und Blackout-Perioden

Anhang A: Verbandskonvergenz

Je höher die Anzahl der Verbandsschritte, desto höher die Genauigkeit der Ergebnisse. Das Bild A1 stellt die Konvergenz der Ergebnisse dar, die unter Verwendung eines BSM geschlossene Form Modells auf einer europäischen Kaufoption ohne Dividenden erhalten wurde, und vergleicht die Ergebnisse mit einem Grundbinomialverband. Die Konvergenz wird üblicherweise zwischen den Schritten 500 und 1000 erreicht. Aufgrund der hohen Schrittanzahl, die erforderlich ist, um die Ergebnisse zu generieren, werden Softwarebasierende mathematische Algorithmen verwendet.[4] Zum Beispiel, ein nicht wieder kombinierender Binomialverband mit 1000 Schritten muss eine Gesamtzahl von 2×10^{301} Knotenberechnungen ausführen, was eine manuelle Berechnung, ohne die Verwendung von spezialisierten Algorithmen, unmöglich macht.[5] Das Bild A1 stellt auch die Ergebnisse des Binomialverbandes mit verschiedenen Schritten dar und stellt die Konvergenz des Binomialverbandes für eine einfache europäische Kaufoption unter Verwendung eines Black-Scholes-Modells fest.



Black-Scholes-Ergebnis:	$12.336
5-Schritte Binomialverband:	$12.795
10-Schritte Binomialverband:	$12.093
20-Schritte Binomialverband:	$12.213
50-Schritte Binomialverband:	$12.287
100-Schritte Binomialverband:	$12.313
1000-Schritte Binomialverband:	$12.336

Bild A1 – Konvergenz von Binomialverband-Ergebnissen mit geschlossener Form Lösungen

[4] Der Eigentumsalgorithmus wurde von Dr. Johnathan Mun entwickelt, basierend auf folgenden Elementen: seine analytische Arbeit mit FASB in 2003-2004; seine Bücher: "Valuing Employee Stock Options Under the 2004 FAS 123 Requirements" (Wiley, 2004), "Real Options Analysis: Tools and Techniques" (Wiley, 2002), "Real Options Analysis Course" (Wiley, 2003), "Applied Risk Analysis: Moving Beyond Uncertainty" (Wiley, 2003); die Kreierung seiner Software, "Real Options Analysis Toolkit" (Versionen 1.0 und 2.0); seine akademische Forschung; und seine vorherige Beratungserfahrung als Bewerter bei KPMG Consulting.

[5] Ein nicht wieder kombinierender Binomialverband gabelt sich (entzweit sich) bei jedem Schritt: anfangend mit einem Wert, verzweigt er sich in zwei Werte beim ersten Schritt (2^1), zwei werden vier beim zweiten Schritt (2^2), vier werden acht beim dritten Schritt (2^3) and so weiter, bis zum tausendsten Schritt (2^{1000} oder über 10^{301} Werte zu berechnen, und nicht mal der schnellste Superrechner der Welt könnte die Ergebnisse innerhalb unserer Lebenszeiten ausrechnen).

Anhang B: Volatilitätsschätzungen

Es gibt verschiedene Methoden, die in den Optionsmodellen verwendete Volatilität zu schätzen. Die gängigsten und am angebrachtesten Methoden sind:

- ***Die Methode der logarithmischen Cashflow-Erträge oder die Methode der logarithmischen Aktienpreis-Erträge:*** Hauptsächlich verwendet, um die Volatilität von flüssigen und and handelbaren Aktiva, wie etwa Aktien in Finanzoptionen, zu berechnen. Gelegentlich für andere handelbare Aktiva, wie etwa dem Preis von Erdöl und Strom, verwendet. Die Nachteile sind, dass die DCF-Modelle mit nur wenigen Cashflows die Volatilität gewöhnlich überbewerten und dass man diese Methode nicht verwenden kann, wenn negative Cashflows stattfinden. Die Vorteile sind unter anderem die Berechnungsleichtigkeit, die Transparenz und die Modellierungsflexibilität der Methode. Außerdem ist keine Simulation erforderlich, um eine Volatilitätsschätzung zu erhalten.
- ***Die Methode der logarithmischen Gegenwartswerte-Erträge:*** Hauptsächlich verwendet, um die Volatilität von Aktiva mit Cashflows zu berechnen; eine typische Anwendung ist bei den reellen Optionen. Die Nachteile dieser Methode sind, dass eine Simulation erforderlich ist, um eine einzelne Volatilität zu erhalten und dass sie bei sehr oft gehandelten flüssigen Aktiva, wie etwa Aktienpreise, nicht anwendbar ist. Die Vorteile sind die Fähigkeit bestimmte negative Cashflows aufzunehmen und die Anwendung einer verschärften Analyse als die Methode der logarithmischen Cashflow-Erträge, was eine akkurate und konservative Volatilitätsschätzung liefert, wenn man Aktiva analysiert.
- ***Verallgemeinerte autoregressive gleitende Mittel (GARCH) Modelle:*** Hauptsächlich verwendet, um die Volatilität von flüssigen und and handelbaren Aktiva, wie etwa Aktien in Finanzoptionen, zu berechnen. Gelegentlich für andere handelbare Aktiva, wie etwa dem Preis von Erdöl und Strom, verwendet. Die Nachteile sind, dass viele Daten erforderlich sind, dass eine fortgeschrittene ökonometrische Modellierungsexpertise erforderlich ist, und dass diese Methode sehr empfindlich auf Benutzermanipulation ist. Der Vorteil ist, dass eine rigorose statistische Analyse durchgeführt wird, um die bestpassende Volatilitätskurve zu finden, bereitstellend verschiedene Volatilitätsschätzungen im Laufe der Zeit bereitstellend.
- ***Managementannahmen und –vermutungen:*** Wird für sowohl Finanzoptionen als auch reelle Optionen verwendet. Die Nachteile sind, dass die Volatilitätsschätzungen sehr unzuverlässig und nur subjektive Bestvermutungen sind. Der Vorteil dieser Methode ist die Einfachheit – mit dieser Methode kann man dem Management das Konzept der Volatilität sehr einfach erklären – sowohl der Ausführung als auch der Interpretation.
- ***Marktproxy vergleichbare Daten oder -Indizes:*** Hauptsächlich verwendet, um flüssige und nicht flüssige Aktiva zu vergleichen, sofern vergleichbare markt-, sektor-, oder industriespezifische Daten verfügbar sind. Die Nachteile sind, dass es gelegentlich schwer ist die richtigen vergleichbaren Firmen zu finden und dass die Ergebnisse schwerwiegenden Manipulationen unterliegen könnten, indem man subjektiv bestimmte Firmen ein oder ausschließt. Der Vorteil ist die Verwendungsleichtigkeit.

Volatilitätsschätzungen (Methode der logarithmischen Cashflowerträge /Aktienpreiserträge)

Die *Methode der logarithmischen Cashflowerträge oder logarithmischen Aktienpreiserträge* berechnet die Volatilität unter Verwendung von individuellen zukünftigen Cashflowschätzungen, von vergleichbaren Cashflowschätzungen oder von historischen Preisen, und generiert deren entsprechende logarithmische relative Erträge, wie im Bild B1 dargestellt. Beginnen Sie mit einer Serie von geschätzten zukünftigen Cashflows oder von historischen Preisen und konvertieren Sie diese in die relativen Erträge. Dann nehmen Sie die natürlichen Logarithmen dieser relativen Erträge. Die Standardabweichung dieser natürlichen logarithmischen Erträge ist die *periodische Volatilität* der Cashflowserien. Die von dem Beispielsdatensatz im Bild B1 resultierende periodische Volatilität ist 25.58%. Man muss diesen Wert dann auf Jahresbasis umrechnen.

Unabhängig von der verwendeten Methode, muss die Schätzung der periodischen Volatilität, die in der Analyse von reellen oder finanziellen Optionen verwendet wird, eine *jährliche (annualisierte) Volatilität* sein. Abhängig von der Periodizität der verwendeten Rohcashflow- oder Aktienpreisdaten, sollte man die berechnete Volatilität in jährlichen Werten unter Verwendung von $\sigma\sqrt{P}$ konvertieren, wobei P die Anzahl der Perioden im Jahr ist und σ die periodische Volatilität ist. Zum Beispiel, wenn die unter Verwendung von monatlichen Cashflowdaten berechnete Volatilität bei 10% liegt, ist die jährliche Volatilität $10\%\sqrt{12} = 35\%$. In ähnlicher Weise, P ist 365 (oder ungefähr 250, wenn man Handelstage und nicht Kalendertage berücksichtigt) für tägliche Daten, 4 für vierteljährliche Daten, 2 für halbjährliche Daten and 1 für jährliche Daten.

Bitte bemerken Sie, dass die Anzahl der Erträge im Bild B1 eins weniger ist als die Gesamtanzahl der Perioden. Das heißt, für die Zeiträume von 0 bis 5 gibt es sechs Cashflows aber nur fünf relative Cashflowerträge. Diese Methode ist gültig und richtig, wenn man die Volatilitäten von flüssigen und sehr oft gehandelten Aktiva - historische Aktienpreise, historische Erdöl- und Strompreise schätzt - und ist weniger gültig für die Berechnung von Volatilitäten in einer Welt von reellen Optionen, wo das unterliegende Aktivum Cashflows generiert. Das liegt daran, dass viele Datenpunkte erforderlich sind, um gültige Ergebnisse zu erhalten, und bei der Modellierung von reellen Optionen könnten die Cashflows, die unter Verwendung eines DCF-Modells generiert sind, nur für 5 bis 10 Perioden sein. Im Gegensatz dazu kann man eine große Anzahl von historischen Aktien- oder Erdölpreisen herunterladen und analysieren. Mit kleineren Datensätzen, überschätzt normalerweise diese Methode die Volatilität.

Zeitraum	Cashflows	Relative Cashflow- Erträge	Natürlicher Logarithmus der Cashflow- Erträge (X)
0	$100	–	–
1	$125	$125/$100 = 1.25	ln($125/$100) = 0.2231
2	$95	$95/$125 = 0.76	ln($95/$125) = -0.2744
3	$105	$105/$95 = 1.11	ln($105/$95) = 0.1001
4	$155	$155/$105 = 1.48	ln($155/$105) = 0.3895
5	$146	$146/$155 = 0.94	ln($146/$155) = -0.0598

Bild B1 – Methode der logarithmischen Cashflowerträge

Die Volatilitätsschätzung wird dann als

$$volatility = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2} = 25.58\%$$

berechnet, wobei n die Anzahl von X und $\bar{x}$ der Durchschnittswert von X ist.

Um die Verwendung dieser Methode weiter zu erläutern, stellt das Bild B2 die Aktienpreise von Microsoft dar, die von Yahoo! Finance, eine öffentlich zugängliche freie Quelle, heruntergeladen wurden.[6] Sie können das Beispiel mitverfolgen, indem Sie die Beispielsdatei: *Start | Programme | Real Options Valuation | Real Options Super-Verband-Löser | Volatilitätsschätzungen* laden und die Arbeitsblattleiste *Log Cashflow Methode* auswählen. Die Daten in den Spalten A bis G im Bild B2 wurden von Yahoo heruntergeladen. Die Formel in Zelle I3 ist einfach *LN(G3/G4)*, um den natürlichen logarithmischen Wert der relativen Erträge Woche für Woche zu berechnen, und wird entlang der ganzen Spalte wiederholt. Die Formel in Zelle J3 ist *STDEV(I3:I54)*SQRT(52)* und berechnet die jährliche (durch die Multiplizierung der Quadratwurzel der Anzahl der Wochen im Jahr) Volatilität (durch das Nehmen der Standardabweichung der gesamten 52 Wochen der Daten des Jahres 2004). Die Formel in Zelle J3 wird dann entlang der ganzen Spalte wiederholt, um ein gleitendes Fenster von jährlichen Volatilitäten zu berechnen. Die in diesem Beispiel verwendete Volatilität ist der Durchschnitt eines 52-Wochen gleitenden Fensters, was zwei Jahre von Daten deckt. Das heißt, die Formel in Zelle L8 ist *AVERAGE(J3:J54),* wobei die Zelle J54 die folgende Formel besitzt: *STDEV(I54:I105)*SQRT(52)*; and die Reihe 105 ist natürlich Januar 2003. Das bedeutet, dass das 52-Wochen gleitende Fenster die Durchschnittsvolatilität über eine 2-Jahre Periode erfasst und die Volatilität glättet, sodass die sporadischen aber extremen Spitzen die Volatilitätsberechnung nicht beherrschen. Gewiss sollte man auch eine Medianvolatilität berechnen. Wenn der Median weit entfernt vom Durchschnitt liegt, ist die Verteilung der Volatilitäten verzerrt und man sollte den Median verwenden; sonst sollte man den Durchschnitt verwenden. Zuletzt, man kann diese 52 Volatilitäten in einer Monte-Carlo-Simulation *Risk Simulator* Software eingeben und die Volatilitäten selber simulieren.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	**Downloaded Weekly Historical Stock Prices of Microsoft**								**Volatility Computations**				
2	Date	Open	High	Low	Close	Volume	Adj. Close*		**LN Relative Returns**	**Moving Average Volatilities**			
3	27-Dec-04	27.01	27.10	26.68	26.72	52388840	26.64		-0.0108	17.87%			
4	20-Dec-04	27.01	27.17	26.78	27.01	77413174	26.93		0.0019	17.84%			
5	13-Dec-04	27.10	27.40	26.80	26.96	108628300	26.88		-0.0045	17.85%			
6	6-Dec-04	27.10	27.44	26.91	27.08	83312720	27.00		-0.0055	18.00%	***One-Year Annualized Volatility***		
7	29-Nov-04	26.64	27.44	26.61	27.23	83103200	27.15		0.0235	18.13%			
8	22-Nov-04	26.75	26.82	26.10	26.60	61834599	26.52		-0.0098	18.03%	Average	**21.89%**	
9	15-Nov-04	27.34	27.50	26.84	26.86	75375960	26.78		-0.0011	18.10%	Median	**22.30%**	
10	8-Nov-04	29.18	30.20	29.13	29.97	109385736	26.81		0.0223	18.20%			
11	1-Nov-04	28.16	29.36	27.96	29.31	85044019	26.22		0.0468	18.28%			
12	25-Oct-04	27.67	28.54	27.55	27.97	70791679	25.02		0.0084	17.71%			
13	18-Oct-04	28.07	28.89	27.58	27.74	74671318	24.81		-0.0092	17.80%			
14	11-Oct-04	28.20	28.27	27.80	27.99	48396360	25.04		0.0000	19.68%			
15	4-Oct-04	28.44	28.59	27.97	27.99	52998320	25.04		-0.0091	19.69%			
16	27-Sep-04	27.17	28.32	27.04	28.25	61783760	25.27		0.0346	19.68%			
17	20-Sep-04	27.44	27.74	27.07	27.29	59162520	24.41		-0.0082	19.62%			
18	13-Sep-04	27.53	27.57	26.74	27.51	51599880	24.61		0.0008	20.52%			
19	7-Sep-04	27.29	27.51	27.14	27.49	51935175	24.59		0.0139	21.30%			
20	30-Aug-04	27.30	27.68	26.85	27.11	45125980	24.25		-0.0127	21.25%			
21	23-Aug-04	27.27	27.67	27.09	27.46	40526880	24.56		0.0123	22.29%			
22	16-Aug-04	27.03	27.50	26.89	27.20	52571740	24.26		0.0066	22.29%			
23	9-Aug-04	27.26	27.75	26.86	27.02	51244080	24.10		-0.0041	22.42%			
24	2-Aug-04	28.27	28.55	27.06	27.14	56739100	24.20		-0.0488	22.42%			
25	26-Jul-04	28.36	28.81	28.13	28.49	65555220	25.41		0.0163	21.97%			
26	19-Jul-04	27.62	29.89	27.60	28.03	114579322	25.00		0.0198	22.11%			
27	12-Jul-04	27.67	28.36	27.25	27.48	57970740	24.51		-0.0138	22.02%			
28	6-Jul-04	28.32	28.33	27.55	27.86	61197249	24.85		-0.0250	22.04%			
29	28-Jun-04	28.60	28.84	28.17	28.57	66214339	25.48		0.0000	22.07%			
30	21-Jun-04	28.22	28.66	27.81	28.57	82202478	25.48		0.0079	22.30%			
31	14-Jun-04	26.55	28.50	26.53	28.35	97727643	25.28		0.0574	22.48%			

Bild B2 – Berechnung der 1-Jahr jährlichen Volatilität von Microsoft

[6] Gehen Sie zu http://finance.yahoo.com and geben Sie ein Aktiensymbol (z.B., MSFT) ein. Klicken Sie auf Quotes: Historical Prices, wählen Sie Weekly und die gewünschte Periode aus. Sie können dann die Daten in einem Tabellenblatt zur Analyse herunterladen.

Offensichtlich gibt es Vor- und Nachteile zu diesem einfachen Verfahren. Diese Methode ist sehr einfach zu implementieren und es ist keine Monte Carlo-Simulation erforderlich, um eine Einzelpunktvolatilitätsschätzung zu erhalten. Diese Methode ist mathematisch gültig und findet eine breite Verwendung in der Schätzung der Volatilität von Finanzaktiva. Allerdings gibt es für die Analyse von reellen Optionen einige Vorbehalte, die eine nähere Aufmerksamkeit verdienen. Wenn Cashflows über bestimmte Zeiträume negativ sind, werden die relativen Erträge negative Werte haben, und der natürliche Logarithmus eines negativen Wertes existiert nicht. Deshalb erfasst das Volatilitätsmaß nicht völlig die möglichen Cashflowabschwächungen und könnte falsche Ergebnisse produzieren. Darüber hinaus, autokorrelierte Cashflows (geschätzt unter Verwendung von Zeitreihenvorausberechnungsmethoden) oder Cashflows die einer statischer Wachstumsrate folgen, werden fehlerhafte Volatilitätsschätzungen ergeben. Man muss in solchen Fällen sehr aufpassen. Diese Fehlerstelle wird in großen Datensätzen neutralisiert, die nur positive Werte, so wie historische Aktienpreise oder die Preise von Erdöl und Strom, tragen.

Diese Methode, wie im Bild B2 berechnet, ist gültig und richtig für flüssige und gehandelte Aktiva mit einer Menge von historischen Daten. Der Grund warum diese Methode nicht gültig ist für die Berechnung der Volatilität von Cashflows in einem DCF zum Zweck der Analyse von of reellen Optionen, liegt an dem Mangel von Daten. Zum Beispiel, die folgenden jährlichen Cashflows: 100, 200, 300, 400, 500 würden eine Volatilität von 20.80%, ergeben, im Vergleich zu den folgenden jährlichen Cashflows: 100, 200, 400, 800, 1600, die eine Volatilität von 0% ergeben, verglichen mit dem folgenden Cashflows: 100, 200, 100, 200, 100, 200, die 75.93% ergeben. Alle diese Cashflowflüsse wirken ziemlich deterministisch und ergeben doch verschiedene Volatilitäten. Außerdem sollte der dritte Satz der negativ autokorrelierten Cashflows eigentlich weniger volatil sein (aufgrund seiner voraussagenden konjunkturbedingten Eigenschaft und der Rückkehr zu einem Grundniveau), aber seine Volatilität wird als die höchste berechnet. Der zweite Cashflowfluss scheint riskanter als der erste Satz, aufgrund der größeren Fluktuationen, besitzt aber eine Volatilität von 0%. Deshalb sollten Sie Acht geben, wenn Sie diese Methode auf kleinere Datensätze anwenden.

Diese Methode ist einfach und gültig, wenn man sie auf nicht negative Aktienpreise und historische Daten anwendet. Wenn man sie bei Aktiva von reellen Optionen verwendet, könnten die DCF-Cashflows sehr wohl negative Werte annehmen, was einen Fehler in ihrer Berechnung produziert (das heißt, ein Log eines negativen Wertes existiert nicht). Allerdings gibt es bestimmte Vorgehensweisen denen Sie folgen können, um diesen Fehler zu vermeiden. Die erste ist, Ihr DCF-Modell vorzurücken, von freien Cashflows zu Nettoertrag, zu Betriebsgewinn (EBITDA) and sogar bis hinauf zu Einnahmen und Preise, wo alle Werte positiv sind. Wenn Sie so vorgehen, dann müssen Sie sehr aufpassen, dass alle anderen Optionen und Projekte der Vergleichbarkeit halber auch so modelliert werden. Diese Methode ist auch in Situationen gerechtfertigt, wo Volatilität, Risiko und Ungewissheit von einer bestimmten über der Linie verwendeten Variablen stammen. Zum Beispiel, die einzigen kritischen Erfolgsfaktoren für ein Erdöl- und Erdgasunternehmen sind der Preis von Erdöl (Preis) und die Produktionsrate (Menge), wobei man beide multipliziert, um die Gewinne zu erhalten. Außerdem, wenn alle andere Elemente im DCF proportionale Verhältnisse sind (z.B., Betriebskosten sind 25% der Einnahmen oder EBITDA-Werte sind 10% der Einnahmen, und so weiter), dann sind wir nur an der Volatilität der Einnahmen interessiert. Genau genommen, wenn die Verhältnisse konstant bleiben, sind die berechneten Volatilitäten identisch (z.B., Einnahmen von $100, $200, $300, $400, $500 verglichen mit einem 10% proportionalen EBITDA von $10, $20, $30, $40, $50, ergeben identische Volatilitäten von 20.80%). Zuletzt, wenn wir das Erdöl und Erdgas Beispiel einen Schritt weiter führen, sehen wir, dass es berechtigt ist die Volatilität der Gewinne zu berechnen, angenommen es existieren keine andere Marktrisiken unter dieser Gewinnlinie im DCF, weil das Unternehmen globale Operationen mit verschiedenen Steuerbedingungen und finanzielle Leverages (verschiedene Weise der Finanzierung von Projekte) haben könnte. Die Volatilität sollte nur auf Marktrisiken und nicht auf privaten Risiken (was für einen guten Verhandler der Leiter Finanzwesen in der Beschaffung von Auslandsdarlehen ist, oder wie geschickt die Steuerberater in der Errichtung von Offshore-Steuerzuflucht sind) angewendet werden.

Jetzt wo Sie die Mechanik dieser Art der Volatilitätsberechnung verstehen, müssen wir erklären was wir getan haben und warum! Das einfache Verstehen der Mechanik reicht nicht aus, um die Methode zu rechtfertigen oder das Grundprinzip hinter unserer Analyseweise zu erklären. Deshalb lassen Sie uns die unternommenen Schritte anschauen und das unterliegende Grundprinzip erläutern:

Schritt 1: Sammeln Sie relevanten Daten und bestimmen Sie die Periodizität und den Zeitrahmen. Sie können geschätzte Finanzdaten (Cashflows von einem DCF-Modell), vergleichbare Daten (vergleichbare Marktdaten sowie Branchenindizes und Industriemittelwerte) oder historische Daten (Aktienpreise oder den Preis von Erdöl und Strom) verwenden. Betrachten Sie die Periodizität und den Zeitrahmen der Daten. Bei der Verwendung von geschätzten oder vergleichbaren Daten, sind Ihre Auswahlmöglichkeiten auf das Verfügbare oder die aufgebauten Modelle begrenzt. Die Daten sind typischerweise jährliche, vierteljährliche oder monatliche Daten, normalerweise für einen begrenzten Zeitraum. Bei der Verwendung von historischen Daten sind Ihre Auswahlmöglichkeiten vielfältiger. Typisch besitzen tägliche Daten zu viele Zufallsfluktuationen und weißes Rauschen, was eine fehlerhafte Auswirkung auf die Volatilitätsberechnungen haben könnte. Monatliche, vierteljährliche und jährliche historische Daten sind viel zu ausgebreitet und man kann alle die in den Zeitreihendaten inhärenten Fluktuationen glätten. Die optimale Periodizität sind wöchentliche Daten, wenn verfügbar. Alle innertäglichen und innerwöchentlichen Fluktuationen werden geglättet aber wöchentliche Fluktuationen sind noch inhärent im Datensatz. Zuletzt, der Zeitrahmen der historischen Daten ist auch wichtig. Man muss Perioden von extremen Ereignissen sorgfältig berücksichtigen (z.B., die Dotcom-Blase, eine globale Rezession, ein Konjunkturrückgang, Terroranschläge). Das heißt, sind das reelle Ereignisse die sich wiederholen werden, und daher nicht Einzelfälle aber Teil des nicht streuungsfähigen systematischen Risikos des Geschäftswesen? Im obigen Beispiel im Bild B2, wurde ein 2-Jahre Zyklus verwendet. Offensichtlich, wenn eine Option einen 3-Jahre Laufzeit hat, sollte man ein 3-Jahr Zyklus berücksichtigen, ausgenommen wenn die Daten nicht verfügbar sind oder wenn bestimmte extreme Ereignisse die Verwendung solcher zurückliegenden Daten mildern.

Schritt 2: Berechnen Sie die relativen Erträge. Relative Erträge werden in geometrischen Durchschnitten verwendet, während absolute Erträge in arithmetischen Durchschnitten verwendet werden. Um dies zu erläutern, nehmen wir an Sie kaufen ein Aktivum oder eine Aktie für $100. Sie behalten die Aktie für eine Periode und sie verdoppelt sich auf $200. Das heißt, dass Sie einen absoluten Ertrag von 100% erlangt haben. Sie werden gierig und behalten die Aktie für eine weitere Periode, wo Sie sie verkauft hätten müssen und die Kapitalgewinne bekommen. In der nächsten Periode kehrt die Aktie auf $100 zurück, was bedeutet, dass Sie die Hälfte des Wertes, oder ein –50% in absoluten Erträgen, verloren haben. Ihr Börsenmakler ruft Sie an und sagt Ihnen, dass Sie einen Durchschnittsertrag von 25% in den zwei Perioden gemacht haben (der arithmetische Durchschnitt von 100% und –50% ist 25%)! Sie fingen mit $100 an und endeten mit $100. Offensichtlich haben Sie nicht einen Gewinn von 25% erlangt. Demnach wird ein arithmetischer Durchschnitt den Durchschnitt überinflationieren, wenn Fluktuationen stattfinden - Fluktuationen finden tatsächlich im Aktienmarkt oder in Ihrem reellen Optionen Projekt statt, sonst würde Ihre Volatilität sehr niedrig sein und es gäbe keinen Optionswert und, deshalb, keinen Sinn in der Durchführung einer Optionenanalyse. Ein geometrischer Durchschnitt ist der bessere Weg, um den Ertrag zu berechnen. Die Berechnung wird unten angezeigt und Sie können deutlich sehen, dass relative Erträge, als Teil der geometrischen Durchschnittsberechnung, kalkuliert werden. Das heißt, wenn $100 auf $200 steigen, ist der relative Ertrag 2.0 und der absolute Ertrag 100%; oder wenn $100 auf $90 sinken, ist der relative Ertrag 0.9 (alles unter 1.0 ist ein Verlust) und der absolute Ertrag –10%. So, um eine Überinflation der Berechnungen zu vermeiden, verwenden wir relative Erträge im 2. Schritt.

$$\text{Geometric Average} = \sqrt[\text{PERIODS}]{\left(\frac{\text{Period 1 End Value}}{\text{Period 1 Start Value}}\right)\left(\frac{\text{Period 2 End Value}}{\text{Period 2 Start Value}}\right)\cdots\left(\frac{\text{Period n End Value}}{\text{Period n Start Value}}\right)} = \sqrt[2]{\left(\frac{200}{100}\right)\left(\frac{100}{200}\right)} = 1.0$$

Schritt 3: Berechnen Sie den natürlichen Logarithmus der relative Erträgen. Der natürliche Logarithmus wird aus zwei Gründen verwendet. Der erste ist, um vergleichbar mit dem exponentiellen Brownsche Bewegung stochastischem Verfahren zu sein. Das heißt, erinnern Sie sich, dass eine Brownsche Bewegung wie folgt geschrieben ist:

$$\frac{\delta S}{S} = e^{\mu(\delta t)+\sigma\varepsilon\sqrt{\delta t}}$$

Um die Volatilität (σ), die in einer äquivalenten Berechnung verwendet wird (egal ob in einer Simulation, in Verbänden oder in geschlossene Form Modelle verwendet, weil diese drei Methoden die Brownsche Bewegung als fundamentale Hypothese erfordern) zu berechnen, wird ein natürlicher Logarithmus verwendet. Das Exponential eines natürlichen Logarithmus annulliert sich gegenseitig in der obigen Gleichung. Der zweite Grund ist, in der Berechnung des geometrischen Durchschnitts wurden relative Erträge verwendet, dann multipliziert und zur Einheitswurzel der Periodenanzahl gebracht. Indem wir den natürlichen Logarithmus einer Einheitswurzel (n) nehmen, reduzieren wir die Einheitswurzel (n) in der geometrischen Durchschnittsgleichung. Das ist warum natürliche Logarithmen im 3. Schritt verwendet werden.

Schritt 4: Berechnen Sie die Stichprobenstandardabweichung, um die Volatilität zu erhalten. Es wird eine Stichprobenstandardabweichung anstatt einer Bevölkerungsstandardabweichung verwendet, weil Ihr Datensatz klein sein könnte. Bei größeren Datensätzen konvergiert die Stichprobenstandardabweichung mit der Bevölkerungsstandardabweichung, also ist es immer sicherer, die Stichprobenstandardabweichung zu verwenden. Natürlich ist die unten angezeigte Stichprobenstandardabweichung, einfach der Durchschnitt (*Summe von allen und dann geteilt durch irgendeine Variation von n*) der Abweichungen jedes Punktes eines Datensatzes von seinem Mittelwert ($x-\bar{x}$), korrigiert für einen Freiheitsgrad bei kleineren Datensätzen, wobei eine höhere Standardabweichung eine breitere Verteilungsbreite impliziert und deshalb ein größeres Risiko trägt. Die Variation jedes Punktes um den Mittelwert wird zum Quadrat erhoben, um seine absoluten Abstände zu erfassen (für eine symmetrische Verteilung könnten die Variationen auf der linken Seite des Mittelwertes sonst den Variationen auf der rechten Seite des Mittelwertes gleichen, was eine Nullsumme ergeben würde) und es wird die Quadratwurzel des Gesamtergebnisses genommen, um den Wert zurück zu seiner originellen Einheit zu bringen. Letztlich, der Nenner (*n–1*) korrigiert für einen Freiheitsgrad in kleineren Stichprobengrößen. Um zu erläutern, nehmen wir an, dass sich drei Menschen in einem Raum befinden und wir fragen alle drei eine zufällige Nummer Ihrer Wahl auszuwählen, solange der Durchschnitt $100 ist. Die erste Person kann eine beliebige Nummer auswählen, und so auch die zweite Person. Bei der dritten Person jedoch beschränkt sich die Auswahl auf einen einzelnen eindeutigen Wert, sodass der Durchschnitt genau bei $100 liegt. Deshalb, in einem Raum mit drei Menschen (*n*), haben nur zwei (*n–1*) eine wirklich freie Wahl. So, für kleinere Stichprobengrößen, ergibt die Anwendung der *n – 1* Korrektur konservativere Berechnungen. Das ist warum wir Stichprobenstandardabweichung im 4. Schritt verwenden.

$$volatility = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2}$$

Schritt 5: Berechnen Sie die jährliche Volatilität. Die in Optionenanalysen verwendete Volatilität wird aus verschiedenen Gründen annualisiert Der erste Grund ist, dass alle andere Inputs annualisierte Inputs sind (z.B., jährlicher risikofreier Satz, jährliche Dividenden und Laufzeit in Jahren). Zweitens, wenn ein Cashflow- oder Aktienpreisstrom von $10 zu $20 zu $30, der in drei verschieden Monaten im Vergleich zu drei verschiedenen Tagen stattfindet, ganz andere Volatilitäten besitzt. Offensichtlich, wenn man nur Tage braucht, um den Aktivumwert zu verdoppeln oder verdreifachen, ist das Aktivum viel mehr volatil. Alle diese müssen einen gleichen Zeitwert haben und annualisiert sein. Letztlich, die Brownsche Bewegung stochastische Gleichung hat die Werte $\sigma\sqrt{\delta t}$. Das heißt, angenommen, dass wir eine 1-Jahr Option haben, die unter Verwendung eines 12-Schritte Verbandes modelliert wurde, dann ist δt 1/12. Wenn wir monatliche Daten verwenden, berechnen Sie die monatliche Volatilität und verwenden Sie diese als den Input; diese monatliche Volatilität wird, gemäß $\sigma\sqrt{\delta t}$, wieder in 12 Stücke aufgeteilt. Deshalb müssen wir erst die Volatilität zu einer jährlichen Volatilität annualisieren (multipliziert mit der Quadratwurzel von 12), diese jährliche Volatilität in das Modell eingeben und es dem Modell überlassen, die Volatilität (multipliziert mit der Quadratwurzel von 1/12) in ihre periodische Volatilität aufzuteilen. Das ist warum wir die Volatilität im 5. Schritt annualisieren

Volatilitätsschätzungen (Logarithmische Gegenwartswerterträge)

Die *Methode der logarithmischen Gegenwartswerterträge* zur Schätzung der Volatilität kollabiert alle zukünftigen Cashflowschätzungen in zwei Gegenwartswertsummen , eine für die erste Zeitperiode und eine andere für die Jetztzeit (Bild B3). Die Schritte werden unten angezeigt. Die Berechnungen nehmen einen konstanten Diskontsatz an. Die Cashflows werden bis zur Zeit 0 und wieder bis zur Zeit 1 diskontiert und die Cashflows in der Zeit 0 werden ignoriert (versunkene Kosten). Dann werden die Werte addiert und es wird das folgende logarithmische Verhältnis berechnet:

$$X = \ln\left(\frac{\sum_{i=1}^{n} PVCF_i}{\sum_{i=0}^{n} PVCF_i}\right)$$

wobei $PVCF_i$ der Gegenwartswert von zukünftigen Cashflows in verschiedenen Zeitperioden i ist.

Diese Methode ist angebrachter zur Verwendung in reellen Optionen, wo tatsächliche Cashflows von Aktiva und Projekten berechnet werden und deren entsprechende Volatilität geschätzt wird. Das ist bei Cashflows von Aktiva und Projekten anwendbar und kann weniger Datenpunkte aufnehmen. Allerdings erfordert diese Methode die Verwendung einer Monte-Carlo-Simulation, um eine Volatilitätsschätzung zu erhalten. Diese Methode vermindert die Bewertungsrisiken von autokorrelierten Cashflows und negativen Cashflows.

Zeitperiode	Cashflows	Gegenwartswert bei Zeit 0	Gegenwartswert bei Zeit 1
0	\$100	$\frac{\$100}{(1+0.1)^0} = \$100.00$	–
1	\$125	$\frac{\$125}{(1+0.1)^1} = \$113.64$	$\frac{\$125}{(1+0.1)^0} = \$125.00$
2	\$95	$\frac{\$95}{(1+0.1)^2} = \$78.51$	$\frac{\$95}{(1+0.1)^1} = \$86.36$
3	\$105	$\frac{\$105}{(1+0.1)^3} = \$78.89$	$\frac{\$105}{(1+0.1)^2} = \$86.78$
4	\$155	$\frac{\$155}{(1+0.1)^4} = \$105.87$	$\frac{\$155}{(1+0.1)^3} = \$116.45$
5	\$146	$\frac{\$146}{(1+0.1)^5} = \$90.65$	$\frac{\$146}{(1+0.1)^4} = \$99.72$
SUMME		\$567.56	\$514.31

Bild B3 – Methode des logarithmischen Gegenwartswertes (PV)

Im obigen Beispiel, ist *X* einfach *ln(\$514.31/\$567.56) = –0.0985.* Unter Verwendung dieses Zwischenwertes von *X*, führen Sie eine Monte-Carlo-Simulation auf dem Modell der diskontierten Cashflows aus (simulierend dabei die individuellen Cashflows) und Sie erhalten die resultierende geschätzte Verteilung von *X*. Wie bereits gesehen, die Stichprobenstandardabweichung der geschätzten Verteilung von *X* ist die Volatilitätsschätzung , die in der Analyse von reellen Optionen verwendet wird. ***Es ist wichtig zu bemerken, dass nur der Zähler simuliert wird, während der Nenner unverändert bleibt.***

Der Nachteil dieser Art der Schätzung der Volatilität ist, dass die Methode eine Monte-Carlo-Simulation erfordert, aber die berechnete Volatilitätsmaßeinheit ist eine einstellige Schätzung, im Vergleich zur *Methode des logarithmischen Cashflows oder Aktienpreises*, die eine Volatilitätenverteilung ergibt, die wiederum eine Verteilung von berechneten Werten von reellen Optionen ergibt.

Der Haupteinwand gegen die Verwendung dieser Methode ist ihre Abhängigkeit von der Variabilität des verwendeten Diskontsatzes . Zum Beispiel, wir können die *X*-Gleichung wie folgt expandieren:

$$X = \ln\left(\frac{\sum_{i=1}^{n} PVCF_i}{\sum_{i=0}^{n} PVCF_i}\right) = \ln\left(\frac{\frac{CF_1}{(1+D)^0} + \frac{CF_2}{(1+D)^1} + \frac{CF_3}{(1+D)^2} + ... + \frac{CF_N}{(1+D)^{N-1}}}{\frac{CF_0}{(1+D)^0} + \frac{CF_1}{(1+D)^1} + \frac{CF_2}{(1+D)^2} + ... + \frac{CF_N}{(1+D)^N}}\right)$$

wobei *D* den verwendeten gleich bleibenden Diskontsatz repräsentiert. Hier sehen wir, dass die Cashflowserie *CF* für den Zähler um eine Periode versetzt ist, und auch die Diskontfaktoren sind um eine Periode versetzt. Deshalb wird die Ausführung einer Monte-Carlo-Simulation nur auf den Cashflows, im Vergleich zur Ausführung einer Monte-Carlo-Simulation sowohl auf die Cashflowvariablen als auch auf dem Diskontsatz, sehr unterschiedliche *X*-Werte ergeben. Die Hauptkritik gegen diese Methode liegt daran, dass in einer Analyse von reellen Optionen, ist die Variabilität im Gegenwartswert der Cashflows der Schlüsseltreiber des Optionswertes und nicht die Variabilität der in der Analyse verwendeten Diskontsätze. Änderungen an dieser Methode sind, unter anderem, die Verdoppelung der Cashflows und die Simulierung nur der Zählercashflows. So bekommt man verschiedene Zählerwerte aber einen statischen Nennerwert für jeden simulierten Probeversuch, bei einem gleich bleibenden Diskontsatz.

Eigentlich, wenn man diese Methode anwendet, könnte es angebracht sein, den Diskontsatz als einen statischen risikofreien Satz festzulegen, den DCF zu simulieren, die Volatilität zu erhalten, und dann den Diskontsatz zurück zu seinem originellen Wert zu setzen.

Das Bild B4 erläutert ein Beispiel wie leicht man diese Methode in Excel implementieren kann. Um mitzuverfolgen, öffnen Sie die Beispielsdatei: *Volatilitätsberechnungen* und wählen Sie die Arbeitsblattleiste *Methode des logarithmischen Gegenwartswertes* aus. Das Beispiel zeigt ein Muster eines DCF-Modells an, wo die Cashflows (Reihe 46) und die Implementierungskosten (Reihe 48) separat berechnet werden. Das geschieht aus verschiedenen Gründen. Der Erste ist, um die Marktrisiken (Einnahmen und die verbundenen Betriebsausgaben) von den Privatrisiken (Implementierungskosten) zu trennen – natürlich nur wenn es sinnvoll ist sie zu trennen, da es Situationen geben könnte, wo auch die Implementierungskosten dem Marktrisiko unterliegen. Hier wird angenommen, dass die Implementierungskosten nur den Privatrisiken unterliegen und dass sie mit einem risikofreien Satz, oder mit dem Geldzins nahe bei der Ertragsrate, diskontiert werden, um sie für den Zeitwert des Geldes zu diskontieren. Die Marktrisikocashflows sind mit einer marktrisikokorrigierten Ertragsrate diskontiert. Das kann man auch verstehen als eine erste Diskontierung mit einem 5% risikofreien Satz, um den Zeitwert des Geldes einzuberechnen, und eine weitere Diskontierung mit der Marktrisikoprämie von 10% fürs Risiko, oder einfach eine einzige Diskontierung von 15%). Wie im Kapitel 2 besprochen, wenn Sie Markt- und Privatrisiken nicht trennen, enden Sie mit einer schweren Diskontierung der Privatrisiken und Sie machen den DCF viel profitabler als er eigentlich ist (das heißt, wenn die Kosten, die mit 5% diskontiert sein sollten, mit 15% diskontiert werden, wird der Nettogegenwartswert (NPV) aufgebläht sein). Durch die separate Diskontierung dieser Cashflows kann man den Gegenwartswert der Cashflows und die Implementierungskosten berechnen (Zellen H9 und H10). Der Unterschied wird natürlich der Nettogegenwartswert (NPV) sein. Die Trennung an dieser Stelle ist entscheidend auch weil die Kaufoption, wie man aus der folgenden Black-Scholes-Gleichung entnehmen kann, berechnet wird als der Gegenwartswert der Nettovorteile, diskontiert mit einer bestimmten risikokorrigierten Ertragsrate oder dem anfängliche Aktienpreis (S), multipliziert mit der normalen Standard-Wahrscheinlichkeitsverteilung (Φ) minus den Implementierungskosten oder dem Ausübungspreis (X), diskontiert mit dem *risikofreien Satz* und korrigiert durch eine andere normale Standardwahrscheinlichkeitsverteilung (Φ). Wenn die Volatilität (σ) bei Null liegt, ist die Ungewissheit Null und Φ entspricht 100% (der Wert innerhalb der Klammern ist Unendlichkeit, was bedeutet, dass der Wert der normalen Standardwahrscheinlichkeitsverteilung bei 100% liegt; stattdessen können Sie sagen, dass mit Null Ungewissheiten, man eine Gewissheit von 100% hat). Durch die Trennung der Cashflows, können Sie jetzt diese als Inputs im Optionsmodell verwenden, gleich ob Sie Black-Scholes oder Binomialverbände benutzen.

$$Call = S\Phi\left(\frac{\ln(S/X)+(r+\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right) - Xe^{-rT}\Phi\left(\frac{\ln(S/X)+(r-\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)$$

Fortfahrend mit dem Beispiel im Bild B4, befinden sich die Zinsberechnungen in Reihen 51 bis 55. Die Reihe 51 zeigt die Gegenwartswerte der Cashflows bis zum Jahr 0 an (nehmen Sie 2002 als Basisjahr an), während die Reihe 52 die Gegenwartswerte der Cashflows bis zum Jahr 1 anzeigt, ignorierend dabei die versunkenen Kosten des Cashflows im Jahr 0. Diese zwei Reihen werden in Excel berechnet und sind verknüpfte Formeln. Sie sollten dann die Werte kopieren und nur in Reihe 53 einfügen (in Excel verwenden sie *Bearbeiten | Inhalte einfügen | Nur Werte*). Dann berechnen Sie die Zwischenvariable X in Zelle D54 unter Verwendung der folgenden Excelformel: *LN(SUM(E52:H52)/SUM(D53:H53)).* Dann simulieren Sie dieses DCF-Modell unter Verwendung des *Risk Simulators*, indem Sie die relevanten Inputhypothesen dem Modell zuteilen und legen Sie diese Zwischenvariable X als die Outputvorausberechnung fest. Die Standardabweichung von diesem X ist die periodische Volatilität. Die Umrechnung der Volatilität auf Jahresbasis ist erforderlich: multiplizieren Sie diese periodische Volatilität mit der Quadratwurzel der Anzahl der Periodizitäten in einem Jahr.

	A	C	D	E	F	G	H	I
2		**Log Present Value Approach**						
7								
8		Input Parameters			Results			
9		Discount Rate (Cash Flow)	15.00%		Present Value (Cash Flow)		**$328.24**	
10		Discount Rate (Impl. Cost)	5.00%		Present Value (Impl. Cost)		**$189.58**	
11		Tax Rate	10.00%		Net Present Value		**$138.67**	
12								
17			**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	
18		Revenue	$100.00	$200.00	$300.00	$400.00	$500.00	
22		Cost of Revenue	$40.00	$80.00	$120.00	$160.00	$200.00	
26		Gross Profit	$60.00	$120.00	$180.00	$240.00	$300.00	
27		Operating Expenses	$22.00	$44.00	$66.00	$88.00	$110.00	
31		Depreciation Expense	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00	
35		Interest Expense	$3.00	$3.00	$3.00	$3.00	$3.00	
39		Income Before Taxes	$30.00	$68.00	$106.00	$144.00	$182.00	
40		Taxes	$3.00	$6.80	$10.60	$14.40	$18.20	
41		Income After Taxes	$27.00	$61.20	$95.40	$129.60	$163.80	
42		Non-Cash Expenses	$12.00	$12.00	$12.00	$12.00	$12.00	
46		Cash Flow	$39.00	$73.20	$107.40	$141.60	$175.80	
47								
48		Implementation Cost	$25.00	$25.00	$50.00	$50.00	$75.00	
49								
50		**Volatility Estimates (Logarithmic PV Approach)**						
51		PV (0)	$39.00	$63.65	$81.21	$93.10	$100.51	
52		PV (1)	N/A	$73.20	$93.39	$107.07	$115.59	
53		Static PV (0)	$39.00	$63.65	$81.21	$93.10	$100.51	
54		Variable X	0.0307					
55		Volatility	Simulate!					

Bild B4 – Methode des logarithmischen Gegenwartswertes

Jetzt wo Sie die Mechanik dieser Art der Volatilitätsberechnung verstehen, müssen wir erklären was wir getan haben und warum! Das einfache Verstehen der Mechanik reicht nicht aus, um die Methode zu rechtfertigen oder das Grundprinzip hinter unserer Analyseweise zu erklären. Deshalb lassen Sie uns die unternommenen Schritte anschauen und das unterliegende Grundprinzip erläutern:

Schritt 1: Berechnen Sie die Gegenwartswerte bei den Zeiten 0 und 1 und addieren sie diese. Der theoretische Preis einer Aktie ist die Summe der Gegenwartswerte aller zukünftigen Dividenden (für Aktien die keine Dividenden auszahlen, verwenden wir Marktreplizierende Portfolios und Vergleichbare), und die Mittel, um diese Dividenden zu bezahlen werden vom Nettoertrag und von den freien Cashflows des Unternehmens erhalten. Der theoretische Wert eines Projektes oder Aktivums ist die Summe des Gegenwartswertes aller zukünftigen freien Cashflows oder des Nettoertrages. Daher ist der Aktienpreis äquivalent dem Preis oder Wert eines Aktivums, der Nettogegenwartswert (NPV). Demzufolge, die Summe der Gegenwartswerte bei Zeit 0 ist äquivalent mit dem Aktienpreis des Aktivums bei Zeit 0, dem heutigen Wert. Die Summe des Gegenwartswertes der Cashflows bei Zeit 1 ist äquivalent dem Aktienpreis bei 1, oder ein guter *Proxy* für den Aktienpreis in der *Zukunft*. Wir verwenden diesen Vertreter, weil in den meisten DCF-Modelle, die Cashflowvorausberechnungen nur für wenige Perioden sind. Daher, indem wir eine Monte-Carlo-Simulation ausführen, ändern wir alle zukünftigen Wahrscheinlichkeiten und erfassen die Ungewissheiten in den DCF-Inputs. Dieser zukünftige Aktienpreis ist deshalb ein guter Vertreter davon was mit dem zukünftigen Strom von Cashflows geschehen könnte – beachten Sie, dass die Summe des Gegenwartswertes der zukünftigen Cashflows bei Zeit 1 alle zukünftigen Cashflows vom DCF in ihre Berechnungen einbezog, was alle zukünftigen Fluktuationen und Ungewissheiten erfasst. Das ist warum wir den 1. Schritt ausführen, wenn wir

die Volatilitäten, unter Verwendung der Methode der logarithmischen Gegenwartswerterträge, berechnen.

Schritt 2: Berechnen Sie die Zwischenvariable X. Diese X-Variable ist identisch mit den logarithmischen relativen Erträgen in der Methode der logarithmischen Cashflowerträge. Sie ist einfach der natürliche Logarithmus der relativen Erträge des zukünftigen Aktienpreises (unter Verwendung der Summe der Gegenwartswerte bei Zeit 1 als Proxy) von dem aktuellen Aktienpreis (die Summe der Gegenwartswerte bei Zeit 0). Dann, weil es der Grundfall ist, stellen wir die Summe der Gegenwartswerte bei 0 als statisch ein, und laut Definition eines Grundfalles, ändern sich die Werte nicht. Man kann den Grundfall als den Nettogegenwartswert des Nettoertrages des Projektes betrachten und er wird als die beste Schätzung des Nettoertragswertes des Projektes angenommen. Es ist die Zukunft, die ungewiss und fluktuierend ist, deshalb simulieren wir das DCF-Modell und erlauben die Änderung des Zählers der X-Variable während der Simulation, obwohl wir den Nenner als Grundfall statisch halten.

Schritt 3: Simulieren Sie das Modell und erhalten Sie die Standardabweichung als die Volatilität. Diese Methode erfordert eine Simulation des Modells. Das ergibt einen Sinn, denn wenn man das Modell nicht simuliert, bedeutet das, dass es keine Ungewissheiten im Projekt oder Aktivum gibt und dass, deshalb, die Volatilität Null gleicht. Man simuliert nur, wenn es Ungewissheiten gibt, deshalb erhalten Sie eine Volatilitätsschätzung. Die Begründung zur Verwendung der Stichprobenstandardabweichung als die Volatilität ist ähnlich wie bei der Methode der logarithmischen Cashflowerträge. Wenn die Summen der Gegenwartswerte der Cashflows zwischen positiven and negativen Werten während der Simulation fluktuieren, können Sie das DCF-Modell vorverlegen und Elemente wie EBITDA und Nettoeinnahmen als Vertretervariable verwenden, um die Volatilität zu berechnen.

Eine andere alternative Volatilitätsschätzung ist die Kombinierung beider Methoden, wenn genügend Daten vorhanden sind. Das heißt, von einem DCF mit vielen Cashflowschätzungen, berechnen Sie die PV (Gegenwartswert) Cashflows für die Perioden 0, 1, 2, 3, und so weiter. Dann berechnen Sie den natürlichen Logarithmus der relativen Erträge dieser PV Cashflows. Die Standardabweichung wird dann annualisiert, um die Volatilität zu erhalten. Das ist natürlich die bevorzugte Methode und erfordert nicht die Verwendung einer Monte-Carlo-Simulation, aber der Nachteil liegt darin, dass eine längere Cashflowvorausberechnungsserie benötigt wird.

Die GARCH-Methode

Eine andere Methode ist das GARCH-Modell (verallgemeinerte autoregressive bedingte Heteroskedastizität), das verwendet werden kann, um die Volatilität aller Arten von Zeitreihedaten zu schätzen. GARCH-Modelle werden hauptsächlich in der Analyse von finanziellen Zeitreihedaten verwendet, um ihre bedingten Varianzen und Volatilitäten festzustellen. Diese Volatilitäten werden dann verwendet, um Optionen wie üblich zu bewerten, aber die erforderliche Menge von historischen Daten für eine gute Volatilitätsschätzung bleibt erheblich. Normalerweise sind einige Dutzende – manchmal sogar einige Hunderte - von Datenpunkten erforderlich, um gute GARCH-Schätzungen zu erhalten. Außerdem sind GARCH-Modelle sehr schwer auszuführen und zu interpretieren und erfordern große Kenntnisse in ökonometrischen Modellierungsverfahren. GARCH ist ein Begriff, der eine Familie von Modellen einschließt, die eine Formenvielfalt annehmen können, bekannt als GARCH(p,q), wobei p und q positive Ganzzahlen sind, die das resultierende GARCH-Modell und seine Vorausberechnungen definieren.

Zum Beispiel, ein GARCH-Modell (1,1) nimmt die Form von

$$y_t = x_t \gamma + \varepsilon_t$$
$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

an, wobei die abhängige Variable *(y_t)* der ersten Gleichung eine Funktion von exogenen Variablen *(x_t)* mit einem Fehlerbegriff *(ε_t)* ist. Die zweite Gleichung schätzt die Varianz (Volatilität hoch zwei σ_t^2) bei Zeit *t*, die von einem historischen Mittelwert *(ω)*, von Nachrichten über die Volatilität der vorherigen Periode, gemessen als die Verzögerung des Quadratresiduums der Mittelgleichung *(ε_{t-1}^2)*, und von der Volatilität der vorherigen Periode *(σ_{t-1}^2)* abhängt. Die genaue Modellierungsspezifikation eines GARCH-Modells fällt nicht in dem Rahmen dieses Buches und wird daher nicht diskutiert. Der Hinweis möge genügen, dass ein eingehendes Wissen von ökonometrischer Modellierung (Modellspezifikationstests, Strukturbrüche und Fehlerschätzung) erforderlich ist, um ein GARCH-Modell auszuführen, was es dem Allgemeinanalysten weniger zugänglich macht. Das andere Problem mit GARCH-Modellen ist, dass das Modell normalerweise nicht eine gute statistische Passung liefert. Das heißt, es ist unmöglich, sagen wir mal, den Aktienmarkt zu prognostizieren und natürlich ist es genau so, wenn nicht schwerer, die Volatilität einer Aktie im Laufe der Zeit vorauszuberechnen. Das Bild B5 zeigt ein GARCH (1,2) der historischen Aktienpreise von Microsoft.

Dependent Variable: MSFT
Method: ML - ARCH
Date: 02/25/05 Time: 00:20
Sample(adjusted): 3 52
Included observations: 50 after adjusting endpoints
Convergence achieved after 67 iterations
Bollerslev-Wooldrige robust standard errors & covariance

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	23.14431	1.301024	17.78930	0.0000
D(MSFT,1)	0.456040	0.062391	7.309364	0.0000
AR(1)	0.967490	0.027575	35.08601	0.0000
	Variance Equation			
C	0.151406	0.028717	5.272435	0.0000
ARCH(1)	0.148308	0.053559	2.769061	0.0056
GARCH(1)	0.735869	0.097780	7.525790	0.0000
GARCH(2)	-0.867066	0.083186	-10.42325	0.0000

R-squared	0.898576	Mean dependent var	24.48620
Adjusted R-squared	0.884424	S.D. dependent var	1.290867
S.E. of regression	0.438849	Akaike info criterion	1.106641
Sum squared resid	8.281300	Schwarz criterion	1.374324
Log likelihood	-20.66602	F-statistic	63.49404
Durbin-Watson stat	1.308287	Prob(F-statistic)	0.000000
Inverted AR Roots	.97		

Bild B5 – Beispiel von GARCH-Ergebnissen

Methode der Managementannahmen

Eine einfachere Methode ist die Verwendung der Managementannahmen. Diese Methode erlaubt es dem Management eine grobe Volatilitätsschätzung zu erhalten, ohne eine langwierigere Analyse ausführen zu müssen. Diese Methode ist also auch sehr geeignet, dem Management die Bedeutung und die Funktionsweise der Volatilität beizubringen. Mathematisch und statistisch gesehen kann die Breite oder das Risiko einer Variablen mittels einiger verschiedener Statistiken gemessen werden, einschließlich dem Bereich, der Standardabweichung (σ), der Varianz, des Variationskoeffizienten und der Perzentile. Das Bild B6 stellt zwei verschiedene historische Preise von Aktien dar. Die mit einer dunklen Fettlinie dargestellte Aktie ist offensichtlich weniger Volatil als die mit einer punktierten Linie dargestellte Aktie. Die Zeitreihendaten von diesen zwei Aktien können als eine Wahrscheinlichkeitsverteilung zurückgezogen werden, wie im Bild B7 angezeigt. Obwohl der Erwartungswert beider Aktien ähnlich ist, sind ihre Volatilitäten und, demzufolge, ihre Risiken unterschiedlich. Die x-Achse stellt die Aktienpreise dar, während die y-Achse die Frequenz des Auftretens eines bestimmten Aktienpreises anzeigt. Der Bereich unter der Kurve (zwischen den beiden Werten) ist die Auftrittswahrscheinlichkeit. Die zweite Aktie (punktierte Linie im Bild B6) hat einen breiteren Spread (eine höhere Standardabweichung σ_2) als die erste Aktie (Fettlinie im Bild B6). Die Breite der x-Achse im Bild B7 ist dieselbe Breite wie bei der z-Achse im Bild B6. Eine übliche Maßeinheit der Breite ist die Standardabweichung. Deshalb ist die Standardabweichung eine Methode, um die Volatilität zu messen. Man verwendet den Begriff Volatilität und nicht Standardabweichung, weil die berechnete Volatilität nicht von den Rohcashflows oder -aktienpreisen selber stammen, sondern vom natürlichen Logarithmus der relativen Erträge dieser Cashflows oder Aktienpreise. Der Begriff Volatilität unterscheidet es deshalb von einer regulären Standardabweichung.

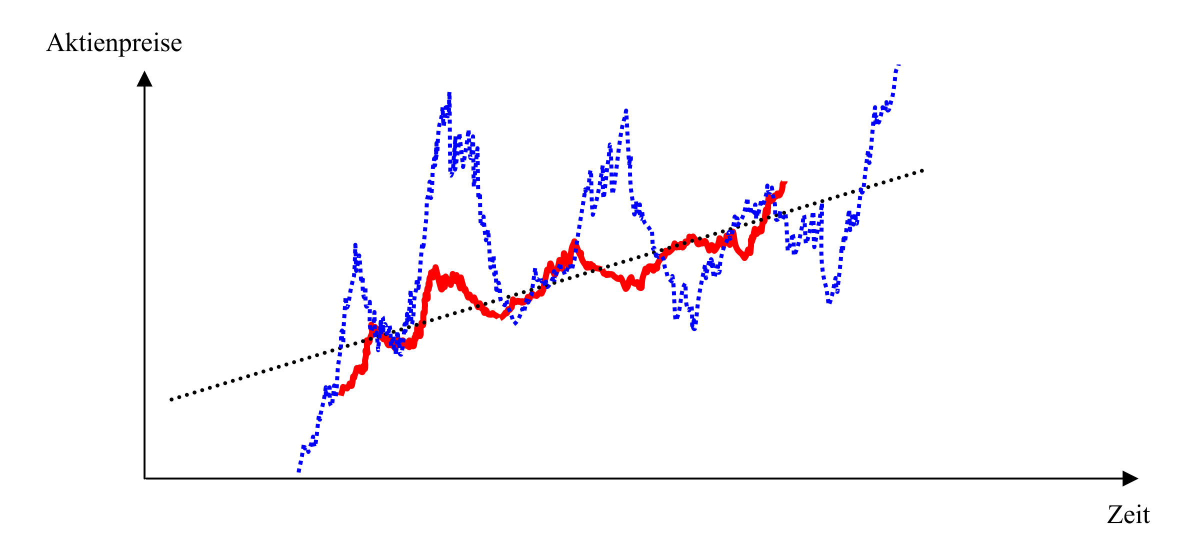


Bild B6: Volatilität

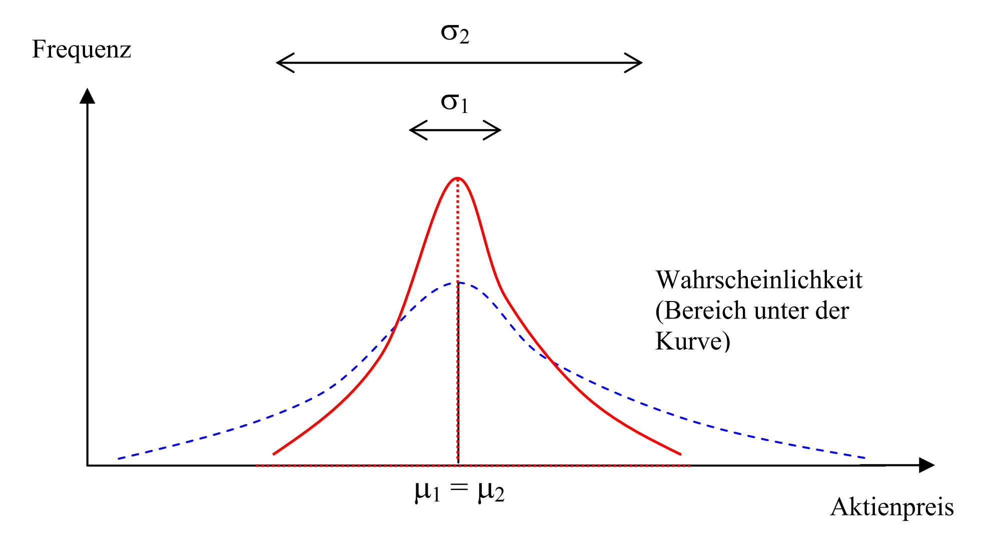


Bild B7: Standardabweichung

Allerdings, um die Volatilität dem Management zu erläutern, lockern wir diesen terminologischen Unterschied und, auf einem sehr hohen Niveau, nennen wir diese beiden Begriffe, zum Zweck der Diskussion, als ein und dasselbe. Dementsprechend können wir einige Managementannahmen in der Schätzung der Volatilitäten vornehmen. Zum Beispiel, beginnend mit einem erwarteten Nettogegenwartswert (NPV) (der Mittelwert), können Sie einen alternativen Wert für den Nettogegenwartswert (NPV) mit seiner Wahrscheinlichkeit bekommen, und eine annähernde Volatilität erhalten. Zum Beispiel, sagen wir mal, dass der erwartete Nettogegenwartswert (NPV) eines Projektes bei \$100M liegt. Das Management nimmt weiter an, dass das Bestfall-Szenario \$150M überschreitet, wenn alles wirklich gut läuft, und dass es nur eine Wahrscheinlichkeit von 10% gibt, dass dieses Bestfallszenario sich ereignen wird. Das Bild B8 stellt diese Situation dar. Wenn wir der Einfachheit halber annehmen, dass der Wert des unterliegenden Aktivums innerhalb einer normalen Verteilung fluktuieren wird, können wir die implizite Volatilität unter Verwendung der folgenden Gleichung berechnen:

$$Volatility = \frac{Percentile\ Value - Mean}{Inverse\ of\ the\ Percentile \times Mean}$$

Zum Beispiel, wir berechnen die Volatilität dieses Projektes als:

$$Volatility = \frac{\$150M - \$100M}{Inverse\,(0.90) \times \$100M} = \frac{\$50M}{1.2815 \times \$100M} = 39.02\%$$

wobei man die Inverse des Perzentils durch die Verwendung der Funktion *NORMSINV(0.9)* von Excel erhalten kann. Gleicherweise, wenn das in 10% der Fälle auftretende Schlimmstfall-Szenario einen Nettogegenwartswert (NPV) von \$50M ergibt, berechnen wir die Volatilität als:

$$Volatility = \frac{\$50M - \$100M}{Inverse\,(0.10) \times \$100M} = \frac{-\$50M}{-1.2815 \times \$100M} = 39.02\%$$

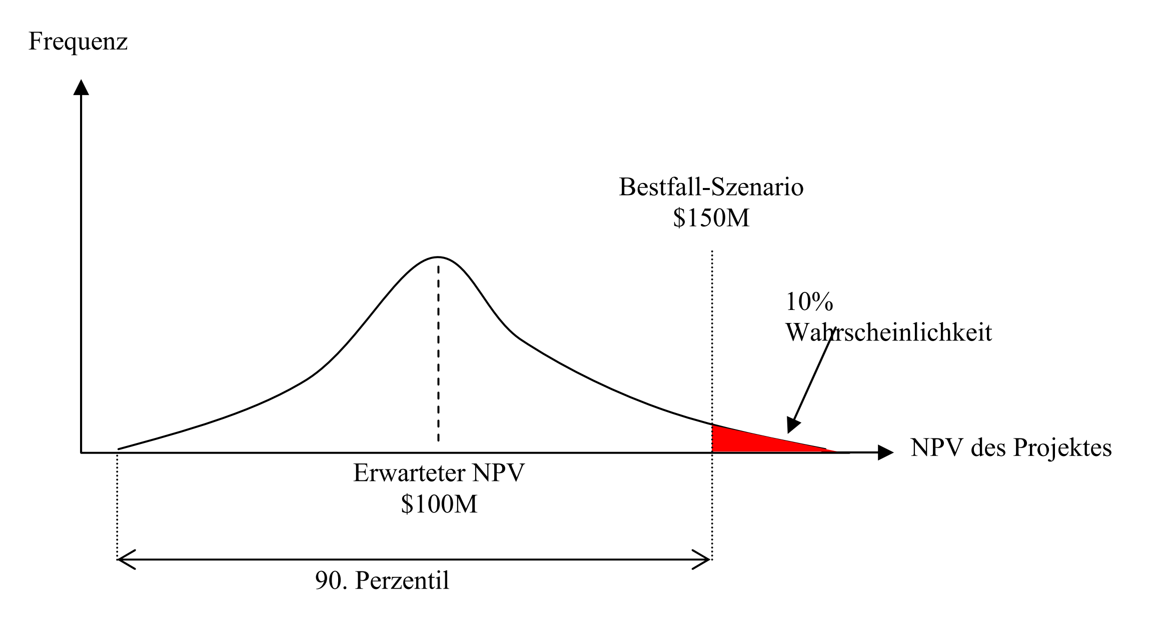


Bild B8: Von Wahrscheinlichkeit zu Volatilität

Das bedeutet, dass die Volatilität eine symmetrische Maßeinheit ist. Das heißt, bei einem Nettogegenwartswert (NPV) von $100M, entspricht eine Erhöhung von 50% $150M, während eine Senkung von 50% $50M entspricht. Und weil eine Normalverteilung als die unterliegende Verteilung angenommen wird, ist diese Symmetrie komplett sinnvoll. Also, unter Verwendung dieser einfachen Methode, wenn Sie jetzt eine Volatilitätsschätzung von 39.02% erhalten, können Sie dem Management erklären, dass diese Volatilität einer Wahrscheinlichkeit von 10% entspricht, dass der Nettogegenwartswert (NPV) $150M überschreiten wird. Durch diese einfache Analyse, haben Sie Wahrscheinlichkeit in Volatilität, unter Verwendung der obigen Gleichung, konvertiert, wobei die letztere viel einfacher fürs Management zu begreifen ist. Im umgekehrten Fall, wenn Sie das in Excel modellieren, können Sie die Volatilität zurück in Wahrscheinlichkeit konvertieren. Die Bilder B9 und B10 stellen diese Methode dar. Um mitzufolgen, öffnen Sie die Beispielsdatei *Volatilitätsschätzungen* und wählen Sie die Arbeitsblattleiste *Volatilität zu Wahrscheinlichkeit* aus.

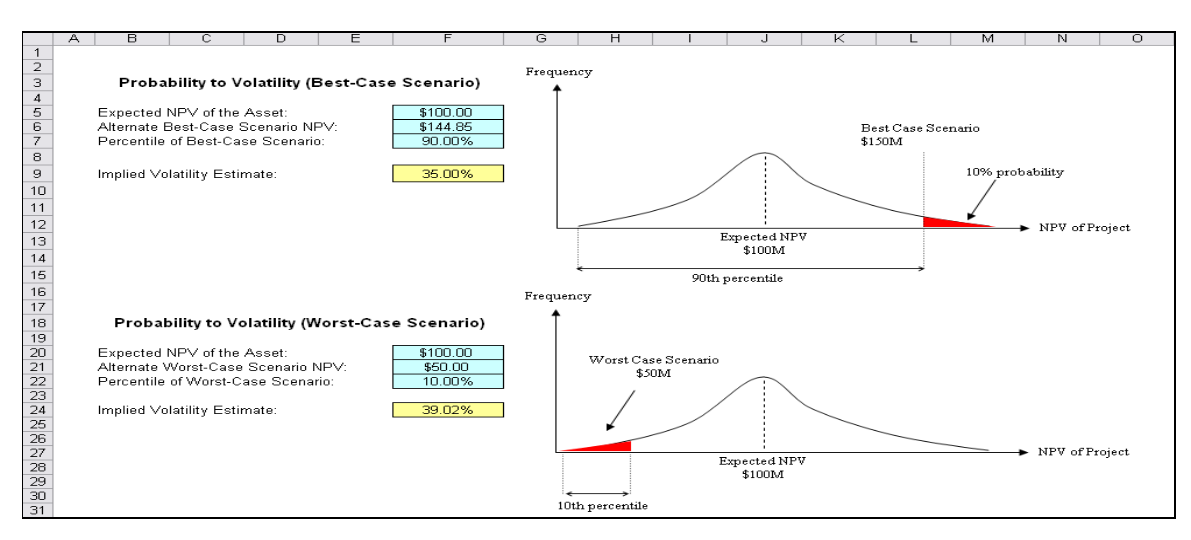


Bild B9: Excelmodell – Wahrscheinlichkeit zu Volatilität

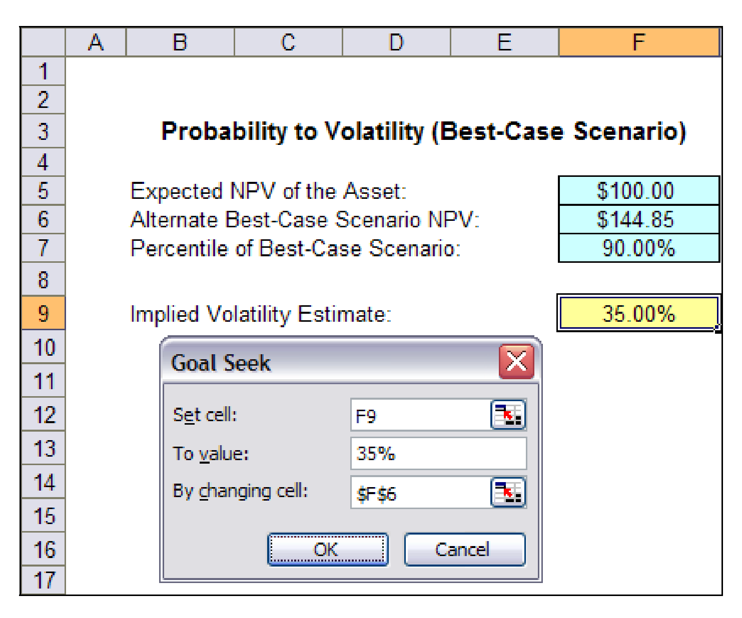


Bild B10: Excelmodell - Volatilität zu Wahrscheinlichkeit

Das Bild B9 erlaubt es Ihnen den erwarteten Nettogegenwartswert (NPV), die alternativen Werte (Bestfall und Schlimmstfall) und ihre entsprechenden Perzentile einzugeben. Das heißt, gegeben eine bestimmte Wahrscheinlichkeit und ihren Wert, können wir die Volatilität zurechnen. Im umgekehrten Fall, das Bild B10 erläutert wie man Excels Funktion Zielsuche (klicken Sie auf *Extras*| *Zielsuche* in Excel) verwenden kann, um die Wahrscheinlichkeit beginnend mit einer Volatilität zu finden. Zum Beispiel, sagen wir, dass der erwartete Nettogegenwartswert (NPV) des Projektes bei $100M liegt. Eine Volatilität von 35% bedeutet, dass in 90% der Fälle, der Nettogegenwartswert (NPV) weniger als $144.85M sein wird, und dass nur in den 10% der Bestfall-Szenarien der eigentliche Nettogegenwartswert (NPV) diesen Wert überschreiten wird.

Jetzt wo Sie die Mechanik dieser Art der Volatilitätsberechnung verstehen, müssen wir erneut erklären was wir getan haben und warum! Das einfache Verstehen der Mechanik reicht nicht aus, um die Methode zu rechtfertigen oder das Grundprinzip hinter unserer Analyseweise zu erklären. Deshalb lassen Sie uns die unternommenen Schritte anschauen und das unterliegende Grundprinzip erläutern:

Annahme 1: Wir nehmen an, dass die unterliegende Verteilung der Fluktuationen des Aktivums Normal ist. Wir können die Normalität annehmen, weil die Verteilung der Endknoten eines Superverbandes normal verteilt ist. In der Tat, die vorher angezeigte Gleichung mit Brownscher Bewegung erfordert eine Zufallsstandardnormalverteilung (ε). Außerdem konvergieren viele Verteilungen sowieso zu einer Normalverteilung (eine Binomialverteilung wird Normal verteilt, wenn die Anzahle der Probenversuche ansteigt; eine Poissonverteilung wird auch Normal verteilt mit einer hohen Durchschnittsrate; eine Dreieckverteilung ist eine Normalverteilung mit gestützten oberen und unteren Werten; und so weiter), und es ist nicht möglich die Form und den Typ der Endverteilung des Nettogegenwartswertes festzustellen, wenn das DCF-Modell mit vielen verschiedenen Verteilungsarten simuliert wird. Zum Beispiel, Einnahmen sind Lognormal verteilt und negativ miteinander im Laufe der Zeit korreliert, während die Betriebsausgaben positiv mit den Einahmen korreliert sind, aber es wird angenommen, dass sie einer Dreieckverteilung folgend verteilt sind, während die Auswirkungen der Marktkonkurrenz unter Verwendung einer Poissonverteilung simuliert werden, mit einer kleinen Rate multipliziert mit der Wahrscheinlichkeit des technischen Erfolges, die als eine Binomialverteilung simuliert wird. Man kann theoretisch nicht bestimmen, was eine Lognormal minus eine Dreieck mal eine Poisson und eine Binomial, nach Berücksichtigung deren Korrelationen, sein könnte. Stattdessen müssen

wir uns auf das Theorem des zentralen Grenzwertsatzes verlassen und annehmen, dass das Endergebnis Normal verteilt ist, insbesondere wenn eine hohe Anzahl von Probenversuchen in den Simulationen verwendet wird. Zum Schluss, wir sind an der Volatilität der relativen Erträge und nicht an der Standardabweichung der eigentlichen Cashflows oder Aktienpreise interessiert. Aktienpreise und Cashflows sind normalerweise Lognormal verteilt (Aktienpreise können nicht unter Null sein), aber die Logarithmen der relativen Erträge sind immer Normal verteilt. Das kann man sogar in den Bildern B11 und B12 sehen, wo die historischen Aktienpreise von Microsoft von März 1986 bis Dezember 2004 geordnet sind.

Annahme 2: Wir nehmen an, dass die Standardabweichung der Volatilität entspricht. Wenn wir uns erneut auf das Bild B12 beziehen und unter Verwendung des Diagramms der erwarteten Erträge, wird der Durchschnitt als 0.58% berechnet, das 90. Perzentil ist 8.60% und die implizite Volatilität wird als 37% bestimmt. Unter Verwendung der heruntergeladenen Daten, berechnen wir die empirische Volatilität für diese gesamte Periode als 36%. So ist die Berechnung ausreichend genau, sodass wir diese Methode für Besprechungen mit dem Management verwenden können. Das ist warum die Normalitätsannahme und die Verwendung einer regulären Standardabweichung als Vertreter (Proxy) ausreichend sind.

Annahme 3: Wir haben eine Standardnormalberechnung verwendet, um die Volatilität zuzurechnen. Da wir annehmen, dass die unterliegende Verteilung Normal ist, können wir die Volatilität, unter Verwendung einer Standardnormalverteilung, berechnen. Der z-Wert der Standardnormalverteilung ist so, dass:

$$Z = \frac{x-\mu}{\sigma} \text{ was bedeutet, dass } \sigma = \frac{x-\mu}{Z}$$

und weil wir die Volatilität als einen Prozentsatz (σ*) normalisieren, teilen wir das durch den Mittelwert, um folgendes zu erhalten:

$$\sigma^* = \frac{x-\mu}{Z\mu}$$

Für den Laien verständlich, haben wir:

$$Volatility = \frac{Percentile\ Value - Mean}{Inverse\ of\ the\ Percentile \times Mean}$$

Nochmals, die Inverse des Perzentils wird unter Verwendung der folgende Funktion von Excel erhalten: *NORMSINV*.

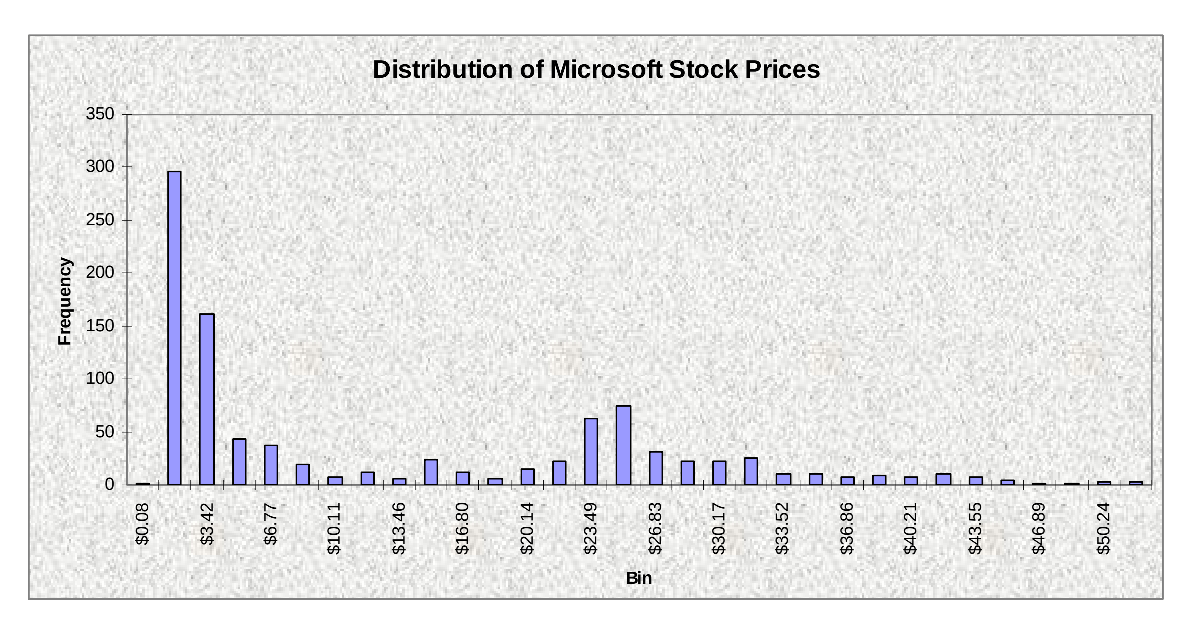


Bild B11: Wahrscheinlichkeitsverteilung der Aktienpreise von Microsoft (seit 1986)

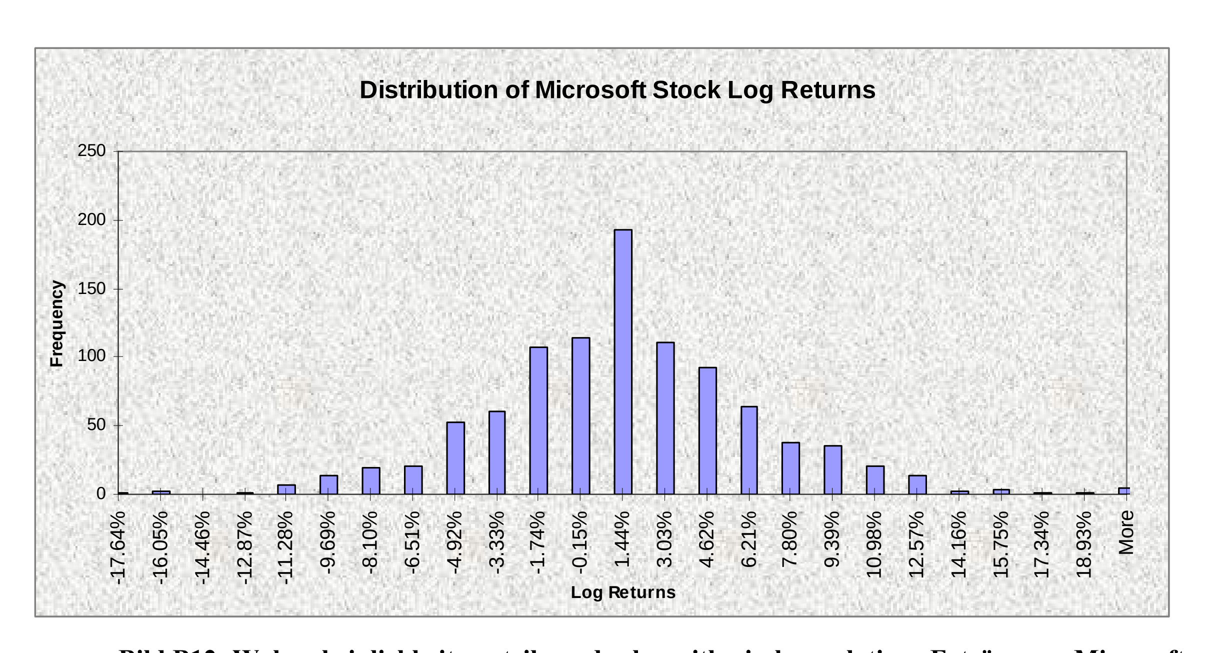


Bild B12: Wahrscheinlichkeitsverteilung der logarithmischen relativen Erträge von Microsoft

Methode der vergleichbaren Marktdaten (Proxy)

Eine oft verwendete (um nicht misshandelte und missbrauchte zu sagen) Methode in der Schätzung der Volatilität, ist die Anwendung von öffentlich zugänglichen Marktdaten. Das heißt, für ein bestimmtes Projekt unter Beobachtung, wird ein Satz von öffentlich gehandelten Aktienpreise von vergleichbaren Unternehmen im Markt verwendet. Diese Unternehmen sollten ähnliche *Funktionen*, *Märkte*, *Risiken* und *geographische Standorte* wie die des Projektes unter Beobachtung, haben. Dann, unter Verwendung von Tagesschlussaktienpreisen, wird die Standardabweichung der natürlichen Logarithmen der relativen

Erträge berechnet. Die Methodik ist identisch mit der, die im Logarithmus der vorher erwähnten Methode der Cashflowerträge verwendet wurde. Das Problem mit dieser Methode ist die Annahme, dass die Risiken die zu vergleichbaren Unternehmen gehören, identisch mit den dazu gehörenden Risiken des spezifischen Projektes unter Beobachtung sind. Die Sache ist, dass die Aktienkurse eines Unternehmens der Überreaktion von Investoren und der Psychologie des Aktienmarktes, ebenso wie unzähligen anderen exogenen Variablen, die für die Schätzung der Risiken eines Projektes irrelevant sind, unterliegen. Außerdem hängt die Marktbewertung eines großen öffentlich gehandelten Unternehmens von mehrfachen vielseitigen und aufeinander einwirkenden Projekten ab. Schließlich, Unternehmen sind „Levered", aber spezifische Projekte sind meistens „Unlevered". Daher sollte man die Volatilität, die in Analysen von reellen Optionen *(σ_{RO})* verwendet wird, korrigieren, diesen Leverage-Effekt zu diskontieren, indem man die Volatilität in Aktienkursen *(σ_{EQUITY})* durch *(1+D/E)* teilt*,* wobei *D/E* für den Verschuldungsgrad des öffentlich gehandelten Unternehmens steht. Das heißt, wir haben $\sigma_{RO} = \frac{\sigma_{EQUITY}}{1+\frac{D}{E}}$.

Man kann diese Methode verwenden, wenn vergleichbare Marktdaten sowie Branchen- oder Industrieindizes verfügbar sind. Es ist inkorrekt zu behaupten, dass das Risiko eines Projektes, gemessen an der Volatilitätsschätzung, identisch mit der gesamten Industrie, Branche oder dem gesamten Markt ist. Es gibt viele Wechselwirkungen im Markt, wie zum Beispiel Diversifizierung, Überreaktion und Marktfähigkeitsthemen, denen ein einzelnes Projekt innerhalb eines Unternehmens nicht ausgesetzt ist. Man muss sehr in der Wahl der richtigen vergleichbaren Daten aufpassen, weil der Hauptnachteil dieser Methode darin liegt, dass es manchmal schwer ist, die richtigen vergleichbaren Unternehmen zu finden und die Ergebnisse könnten schwerwiegenden Manipulationen unterliegen, durch die subjektive Ein- oder Ausschließung bestimmter Firmen. Der Vorteil ist ihre leichte Bedienbarkeit – es werden Industriedurchschnittswerte verwendet und die Methode erfordert nur geringe oder gar keine Berechnungen.

Anhang C: Technische Formeln – Exotische Optionen Formeln

Black und Scholes Optionsmodell – Europäische Version

Das ist das berühmte Nobelpreistragende Black-Scholes Modell ohne Dividendenauszahlungen. Es ist die europäische Version, wobei eine Option nur bei Fälligkeit und nicht bevor ausgeübt werden kann. Obwohl es ziemlich einfach zu benutzen ist, sollte man Acht in der Schätzung der Inputvariablenannahmen geben, insbesondere der der Volatilität, die normalerweise schwer zu schätzen ist. Dennoch ist das Black-Scholes-Modell nützlich in der Erstellung von ungefähren Schätzungen des eigentlichen Wertes von reellen Optionen, insbesondere für die mehr allgemeinen Typen von Kauf- und Verkaufsoptionen. Für komplexere Analysen von reellen Optionen, sind verschiedene Typen von exotischen Optionen erforderlich.

Definitionen der Variablen

- S Gegenwartswert der zukünftigen Cashflows ($)
- X Implementierungskosten ($)
- r risikofreier Satz (%)
- T Zeit zur Fälligkeit (Jahre)
- σ Volatilität (%)
- Φ kumulative Standardnormalverteilung

Berechnung

$$Call = S\Phi\left(\frac{\ln(S/X)+(r+\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right) - Xe^{-rT}\Phi\left(\frac{\ln(S/X)+(r-\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)$$

$$Put = Xe^{-rT}\Phi\left(-\left[\frac{\ln(S/X)+(r-\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right]\right) - S\Phi\left(-\left[\frac{\ln(S/X)+(r+\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right]\right)$$

Black und Scholes mit Drift (Dividende) – Europäische Version

Dies ist eine Modifizierung des Black-Scholes-Modells und nimmt einen festen Dividendenauszahlungssatz von q in Prozent an. Das kann man als die Opportunitätskosten des Haltens der Option statt des Haltens des unterliegenden Aktivums auffassen.

Definitionen der Variablen

- S Gegenwartswert der zukünftigen Cashflows ($)
- X Implementierungskosten ($)
- r risikofreier Satz (%)
- T Zeit zur Fälligkeit (Jahre)
- σ Volatilität (%)
- Φ kumulative Standardnormalverteilung
- q kontinuierliche Dividendenauszahlung oder Opportunitätskosten (%)

Berechnung

$$Call = Se^{-qT}\Phi\left(\frac{\ln(S/X)+(r-q+\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right) - Xe^{-rT}\Phi\left(\frac{\ln(S/X)+(r-q-\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)$$

$$Put = Xe^{-rT}\Phi\left(-\left[\frac{\ln(S/X)+(r-q-\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right]\right) - Se^{-qT}\Phi\left(-\left[\frac{\ln(S/X)+(r-q+\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right]\right)$$

Black und Scholes mit zukünftigen Auszahlungen – Europäische Version

Hier könnten Cashflowströme ungleich im Laufe der Zeit sein und man sollte verschiedene Diskontsätze (man sollte einen risikofreien Satz verwenden) für alle zukünftigen Zeiten berücksichtigen, eventuell die Flexibilität der Forward risikofreien Renditenkurve einberechnen.

Definitionen der Variablen

- S Gegenwartswert der zukünftigen Cashflows ($)
- X Implementierungskosten ($)
- r risikofreier Satz (%)
- T Zeit zur Fälligkeit (Jahre)
- σ Volatilität (%)
- Φ kumulative Standardnormalverteilung
- q kontinuierliche Dividendenauszahlung oder Opportunitätskosten (%)
- CF_i Cashflow bei Zeit i

Berechnung

$$S^* = S - CF_1 e^{-rt_1} - CF_2 e^{-rt_2} - \ldots - CF_n e^{-rt_n} = S - \sum_{i=1}^{n} CF_i e^{-rt_i}$$

$$Call = S^* e^{-qT} \Phi\left(\frac{\ln(S^*/X) + (r - q + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \right) - Xe^{-rT} \Phi\left(\frac{\ln(S^*/X) + (r - q - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \right)$$

$$Put = Xe^{-rT} \Phi\left(-\left[\frac{\ln(S^*/X) + (r - q - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \right] \right) - S^* e^{-qT} \Phi\left(-\left[\frac{\ln(S^*/X) + (r - q + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \right] \right)$$

Chooser-Optionen (Basis Chooser)

Das ist die Ausgleichszahlung für eine einfache Chooser-Option und funktioniert nur, wenn $t_1 < T_2$ ist! Es wird außerdem angenommen, das der Inhaber das Recht hat, entweder eine Kauf- oder eine Verkaufsoption mit demselben Ausübungspreis bei Zeit t_1 und mit demselben Ablaufsdatum T_2 auszuwählen. Für verschiedene Werte von Ausübungspreisen bei verschiedenen Zeiten, benötigen wir eine Chooser-Option mit komplexen Variablen.

Definitionen der Variablen

- S Gegenwartswert der zukünftigen Cashflows ($)
- X Implementierungskosten ($)
- r risikofreier Satz (%)
- t_1 Zeit zur Wahl zwischen einer Kauf- oder Verkaufsoption (Jahre)
- T_2 Zeit zur Fälligkeit (Jahre)
- σ Volatilität (%)
- Φ kumulative Standardnormalverteilung
- q kontinuierliche Dividendenauszahlung (%)

Berechnung

$$Option\ Value = Se^{-qT_2}\Phi\left[\frac{\ln(S/X)+(r-q+\sigma^2/2)T_2}{\sigma\sqrt{T_2}}\right] - Se^{-qT_2}\Phi\left[\frac{-\ln(S/X)+(q-r)T_2-t_1\sigma^2/2}{\sigma\sqrt{t_1}}\right]$$

$$-Xe^{-rT_2}\Phi\left[\frac{\ln(S/X)+(r-q+\sigma^2/2)T_2}{\sigma\sqrt{T_2}}-\sigma\sqrt{T_2}\right]+Xe^{-rT_2}\Phi\left[\frac{-\ln(S/X)+(q-r)T_2-t_1\sigma^2/2}{\sigma\sqrt{t_1}}+\sigma\sqrt{t_1}\right]$$

Komplexe Chooser-Option

Der Inhaber der Option hat das Recht zwischen einer Kauf und einer Verkaufsoption zu wählen, bei verschiedenen Zeiten *(T_C and T_P)* mit verschiedenen Ausübungsniveaus *(X_C und X_P)* von Kauf- und Verkaufsoptionen. Bitte bemerken Sie, dass man einige dieser Gleichungen nicht leicht unter Verwendung von Exceltabellen lösen kann. Stattdessen, aufgrund der rekursiven Methoden, die verwendet werden, um bestimmte Bivariatverteilungen und kritische Werte zu lösen, ist die Verwendung von Programmskripten erforderlich.

Definitionen der Variablen

- S Gegenwartswert der zukünftigen Cashflows ($)
- X Implementierungskosten ($)
- r risikofreier Satz (%)
- T Zeit zur Fälligkeit (Jahre)
- σ Volatilität (%)
- Φ kumulative Standardnormalverteilung
- Ω kumulative Bivariatnormalverteilung
- q kontinuierliche Dividendenauszahlung (%)
- I rekursiv gelöster kritischer Wert
- Z Zwischenvariablen *(Z_1 und Z_2)*

Berechnung

Erst lösen Sie rekursiv für den kritischen *I*-Wert wie folgt:

$$0 = Ie^{-q(T_C-t)}\Phi\left[\frac{\ln(I/X_C)+(r-q+\sigma^2/2)(T_C-t)}{\sigma\sqrt{T_C-t}}\right]$$

$$-X_C e^{-r(T_C-t)}\Phi\left[\frac{\ln(I/X_C)+(r-q+\sigma^2/2)(T_C-t)}{\sigma\sqrt{T_C-t}}-\sigma\sqrt{T_C-t}\right]$$

$$+Ie^{-q(T_P-t)}\Phi\left[\frac{-\ln(I/X_P)+(q-r-\sigma^2/2)(T_P-t)}{\sigma\sqrt{T_P-t}}\right]$$

$$-X_P e^{-r(T_P-t)}\Phi\left[\frac{-\ln(I/X_P)+(q-r-\sigma^2/2)(T_P-t)}{\sigma\sqrt{T_P-t}}+\sigma\sqrt{T_P-t}\right]$$

Dann, unter Verwendung des *I*-Wertes, berechnen Sie

$$d_1 = \frac{\ln(S/I)+(r-q+\sigma^2/2)t}{\sigma\sqrt{t}} \text{ und } d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

$$y_1 = \frac{\ln(S/X_C)+(r-q+\sigma^2/2)T_C}{\sigma\sqrt{T_C}} \text{ und } y_2 = \frac{\ln(S/X_P)+(r-q+\sigma^2/2)T_P}{\sigma\sqrt{T_P}}$$

$$\rho_1 = \sqrt{t/T_C} \text{ und } \rho_2 = \sqrt{t/T_P}$$

$$\textit{Option Value} = Se^{-qT_C}\Omega(d_1;y_1;\rho_1) - X_C e^{-rT_C}\Omega(d_2;y_1-\sigma\sqrt{T_C};\rho_1)$$

$$-Se^{-qT_P}\Omega(-d_1;-y_2;\rho_2) + X_P e^{-rT_P}\Omega(-d_2;-y_2+\sigma\sqrt{T_P};\rho_2)$$

Compound-Optionen auf Optionen

Der Wert einer Compound-Option basiert auf dem Wert einer anderen Option. Das heißt, die unterliegende Variable der Compound-Option ist eine andere Option. Die Lösung dieses Modells erfordert Programmierungsfähigkeiten.

Definitionen der Variablen

- S Gegenwartswert der zukünftigen Cashflows ($)
- r risikofreier Satz (%)
- σ Volatilität (%)
- Φ kumulative Standardnormalverteilung
- q kontinuierliche Dividendenauszahlung (%)
- I rekursiv gelöster kritischer Wert
- Ω kumulative Bivariatnormalverteilung
- X_1 Ausübungspreis der unterliegenden ($)
- X_2 Ausübungspreis der Option auf die Option ($)
- t_1 Ablaufsdatum der Option auf die Option (Jahre)
- T_2 Fälligkeit der unterliegenden Option (Jahre)

Berechnung

Lösen Sie erst den kritischen wert von *I* unter Verwendung von

$$X_2 = Ie^{-q(T_2-t_1)}\Phi\left(\frac{\ln(I/X_1)+(r-q+\sigma^2/2)(T_2-t_1)}{\sigma\sqrt{(T_2-t_1)}}\right)$$
$$-X_1e^{-r(T_2-t_1)}\Phi\left(\frac{\ln(I/X_1)+(r-q-\sigma^2/2)(T_2-t_1)}{\sigma\sqrt{(T_2-t_1)}}\right)$$

Lösen Sie rekursiv den obigen *I*-Wert und geben Sie den Wert in die folgende Gleichung ein.

$$Call\ on\ call = Se^{-qT_2}\Omega\left[\frac{\ln(S/X_1)+(r-q+\sigma^2/2)T_2}{\sigma\sqrt{T_2}};\frac{\ln(S/I)+(r-q+\sigma^2/2)t_1}{\sigma\sqrt{t_1}};\sqrt{t_1/T_2}\right]$$
$$-X_1e^{-rT_2}\Omega\left[\frac{\ln(S/X_1)+(r-q+\sigma^2/2)T_2}{\sigma\sqrt{T_2}}-\sigma\sqrt{T_2};\frac{\ln(S/I)+(r-q+\sigma^2/2)t_1}{\sigma\sqrt{t_1}}-\sigma\sqrt{t_1};\sqrt{t_1/T_2}\right]$$
$$-X_2e^{-rt_1}\Phi\left[\frac{\ln(S/I)+(r-q+\sigma^2/2)t_1}{\sigma\sqrt{t_1}}-\sigma\sqrt{t_1}\right]$$

Forward-Start-Optionen

Definitionen der Variablen

- S Gegenwartswert der zukünftigen Cashflows ($)
- X Implementierungskosten ($)
- r risikofreier Satz (%)
- t_1 Zeit des Anfangs der Forward-Start-Option (Jahre)
- T_2 Zeit zur Fälligkeit der Forward-Start-Option (Jahre)
- σ Volatilität (%)
- Φ kumulative Standardnormalverteilung
- q kontinuierliche Dividendenauszahlung (%)

Berechnung

$$Call = Se^{-qt_1}e^{-q(T_2-t_1)}\Phi\left[\frac{\ln(1/\alpha)+(r-q+\sigma^2/2)(T_2-t_1)}{\sigma\sqrt{T_2-t_1}}\right]$$
$$-Se^{-qt_1}\alpha\, e^{(-r)(T_2-t_1)}\Phi\left[\frac{\ln(1/\alpha)+(r-q+\sigma^2/2)(T_2-t_1)}{\sigma\sqrt{T_2-t_1}}-\sigma\sqrt{T_2-t_1}\right]$$

$$Put = Se^{-qt_1}\alpha\, e^{(-r)(T_2-t_1)}\Phi\left[\frac{-\ln(1/\alpha)-(r-q+\sigma^2/2)(T_2-t_1)}{\sigma\sqrt{T_2-t_1}}+\sigma\sqrt{T_2-t_1}\right]$$
$$-Se^{-qt_1}e^{-q(T_2-t_1)}\Phi\left[\frac{-\ln(1/\alpha)-(r-q+\sigma^2/2)(T_2-t_1)}{\sigma\sqrt{T_2-t_1}}\right]$$

wobei α der andauende Multiplikator ist.
Notiz: Wenn die Option bei einem *X*-Prozent Aus dem Geld beginnt, bedeutet das, dass α ist *(1 + X)*. Wenn sie Am Geld beginnt, α ist 1.0 und wenn Im Geld *(1 – X)*.

Verallgemeinertes Black-Scholes-Modell

Definitionen der Variablen

- S Gegenwartswert der zukünftigen Cashflows ($)
- X Implementierungskosten ($)
- r risikofreier Satz (%)
- T Zeit zur Fälligkeit (Jahre)
- σ Volatilität (%)
- Φ kumulative Standardnormalverteilung
- b Finanzierungskosten (%)
- q kontinuierliche Dividendenauszahlung (%)

Berechnung

$$Call = Se^{(b-r)T}\Phi\left(\frac{\ln(S/X)+(b+\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right) - Xe^{-rT}\Phi\left(\frac{\ln(S/X)+(b-\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)$$

$$Put = Xe^{-rT}\Phi\left(-\left[\frac{\ln(S/X)+(b-\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right]\right) - Se^{(b-r)T}\Phi\left(-\left[\frac{\ln(S/X)+(b+\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right]\right)$$

Notizen:

- $b = 0$: Futures-Optionsmodell
- $b = r - q$: Black-Scholes mit Dividendenauszahlung
- $b = r$: Einfache Black-Scholes Formel
- $b = r - r^*$: Auslandswährungs-Optionsmodell

Optionen auf Futures

Das unterliegende Wertpapier ist ein Forward- oder Futureskontrakt mit einem Anfangspreis *F.* Hier ist der Wert von *F* der Anfangspreis des Forward- oder Futureskontrakts. Man ersetzt *S* mit *F* und berechnet sein Gegenwartswert.

Definitionen der Variablen

- X Implementierungskosten ($)
- F Futures Einzelpunkt Cashflows ($)
- r risikofreier Satz (%)
- T Zeit zur Fälligkeit (Jahre)
- σ Volatilität (%)
- Φ kumulative Standardnormalverteilung
- q kontinuierliche Dividendenauszahlung (%)

Berechnung

$$Call = Fe^{-rT}\Phi\left(\frac{\ln(F/X)+(\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right) - Xe^{-rT}\Phi\left(\frac{\ln(F/X)-(\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right)$$

$$Put = Xe^{-rT}\Phi\left(-\left[\frac{\ln(F/X)-(\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right]\right) - Fe^{-rT}\Phi\left(-\left[\frac{\ln(F/X)+(\sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}\right]\right)$$

Option mit zwei korrelierten Aktiva

Die Ausgleichszahlung einer Option hängt davon ab, ob die andere korrelierte Option Im Geld ist. Das ist das kontinuierliche Gegenstück eines korrelierten Quadranomialmodells.

Definitionen der Variablen

- S Gegenwartswert der zukünftigen Cashflows ($)
- X Implementierungskosten ($)
- r risikofreier Satz (%)
- T Zeit zur Fälligkeit (Jahre)
- σ Volatilität (%)
- Ω kumulative Bivariatnormalverteilungsfunktion
- ρ Korrelation (%) zwischen den zwei Aktiva
- q_1 kontinuierliche Dividendenauszahlung für das erste Aktivum (%)
- q_2 kontinuierliche Dividendenauszahlung für das zweite Aktivum (%)

Berechnung

$$Call = S_2 e^{-q_2 T} \Omega \left[\frac{\ln(S_2 / X_2) + (r - q_2 - \sigma_2^2 / 2)T}{\sigma_2 \sqrt{T}} + \sigma_2 \sqrt{T}; \frac{\ln(S_1 / X_1) + (r - q_1 - \sigma_1^2 / 2)T}{\sigma_1 \sqrt{T}} + \rho \sigma_2 \sqrt{T}; \rho \right]$$

$$- X_2 e^{-rT} \Omega \left[\frac{\ln(S_2 / X_2) + (r - q_2 - \sigma_2^2 / 2)T}{\sigma_2 \sqrt{T}}; \frac{\ln(S_1 / X_1) + (r - q_1 - \sigma_1^2 / 2)T}{\sigma_1 \sqrt{T}}; \rho \right]$$

$$Put = X_2 e^{-rT} \Omega \left[\frac{-\ln(S_2 / X_2) - (r - q_2 - \sigma_2^2 / 2)T}{\sigma_2 \sqrt{T}}; \frac{-\ln(S_1 / X_1) - (r - q_1 - \sigma_1^2 / 2)T}{\sigma_1 \sqrt{T}}; \rho \right]$$

$$- S_2 e^{-q_2 T} \Omega \left[\frac{-\ln(S_2 / X_2) - (r - q_2 - \sigma_2^2 / 2)T}{\sigma_2 \sqrt{T}} - \sigma_2 \sqrt{T}; \frac{-\ln(S_1 / X_1) - (r - q_1 - \sigma_1^2 / 2)T}{\sigma_1 \sqrt{T}} - \rho \sigma_2 \sqrt{T}; \rho \right]$$

Anhang D – Handbuch zur schnellen Installation und Lizenzvergabe

Diese Sektion ist ein Handbuch zur schnellen Installation für fortgeschrittene Benutzer. Für ein detailliertes Installationshandbuch, sehen Sie bitte in der nächsten Sektion nach. Die Software SLS 5.0 erfordert die folgenden Mindestanforderungen:

- Windows XP oder Vista und spätere Versionen
- Excel XP oder Excel 2003 oder Excel 2007
- .NET Framework 2.0
- Administratorrechte (nur während der Installation)
- 512MB RAM oder mehr
- 30MB freier Festplattenspeicher

Um die Software zu installieren, vergewissern Sie sich, das Ihr System allen Voraussetzungen nachkommt: (Windows XP, Excel XP, Excel 2003, und spätere Versionen, .NET Framework 2.0, Administratorrechte, 256MB RAM oder mehr und 30MB freier Festplattenspeicher). Wenn Sie .NET Framework 2.0 benötigen, browsen Sie bitte die Softwareinstallations-CD und installieren Sie die Datei benannt *dotnetfx20.exe*. Wenn Sie die Installations-CD nicht haben, können Sie die Datei von www.realoptionsvaluation.com/attachments/dotnetfx20.exe herunterladen. Sie müssen erst .NET Framework 2.0 installieren, bevor Sie mit der Installation des Softwares SLS 5.0 fortfahren. Bemerken Sie bitte, dass .NET 2.0 in parallel mit .NET 1.1 arbeitet. Sie brauchen und *sollten nicht* eine Version zugunsten einer anderen Version deinstallieren. Um die beste Leistung zu erzielen, sollten *beide* Versionen gleichzeitig auf Ihrem Computer laufen. Als nächstes, installieren Sie die Software SLS 5.0 mit der Installations-CD oder besuchen Sie die folgende Webseite www.realoptionsvaluation.com, klicken Sie auf *Downloads* und wählen Sie Real Options SLS 5.0 aus. Sie können entweder die download VOLLVERSION (angenommen Sie haben die Software schon erworben und die permanenten Lizenzschlüssel samt Anweisungen zur permanenten Lizenzvergabe der Software erhalten) oder eine PROBEVERSION herunterladen. Die Probeversion ist genau wie die Vollversion, mit der Ausnahme, dass sie nach 14 Tage abläuft. Während dieser Zeit müssen Sie sich eine Volllizenz verschaffen, um die Verwendung der Software zu verlängern. Installieren Sie die Software, den Bildschirmanforderungen nachkommend. Wenn Sie eine Probeversion haben und möchten eine Permanentlizenz erhalten, besuchen Sie www.realoptionsvaluation.com und klicken Sie auf die Verknüpfung *Purchase* (linker Bereich der Webseite) und füllen Sie den Kaufauftrag aus. Wenn Sie die Software kaufen, oder wenn Sie sie schon erworben haben, laden sie die Software einfach herunter und führen Sie die Installation durch.

Vorbereitung zur Lizenzvergabe:

1. **Starten Sie Real Options SLS (klicken Sie auf Start, Programme, Real Options Valuation, Real Options SLS, Real Options SLS).**
2. **Klicken Sie auf die Verknüpfung “1. Lizenz Real Options SLS” und Sie werden Ihre HARDWARE-ID erhalten (diese beginnt mit dem Präfix *SLS* und sollte zwischen 12 und 20 Stellen haben). Schreiben Sie diese Information auf oder kopieren Sie sie, indem Sie die Identifikationsnummer auswählen, mit Ihrer Maus Rechtsklicken und Kopieren auswählen. Dann fügen Sie die Nummer in eine E-Mail an uns ein.**
3. **Klicken Sie auf die Verknüpfung “2. Lizenzfunktionen & Optionenbewerter” und schreiben sie auf oder kopieren Sie den HARDWAREFINGERABDRUCK (der sollte ein 8-stelliger alphanumerischer Code sein).**
4. **Erwerben Sie eine Lizenz von www.realoptionsvaluation.com: klicken Sie auf die Verknüpfung Purchase.**
5. **Senden Sie eine E-Mail an admin@realoptionsvaluation.com mit diesen zwei Identifikationsnummern und wir werden Ihnen Ihre Lizenzdatei und Ihren Lizenzschlüssel senden. Wenn Sie diese erhalten haben, installieren Sie bitte die Lizenz wie im Folgenden beschrieben.**

Installierung der Lizenzen:

1. **Speichern Sie die SLS-Lizenzdatei auf Ihrer Festplatte (die Lizenzdatei, die wir Ihnen nach dem Kauf der Software geschickt haben) und starten Sie dann Real Options SLS (klicken Sie auf Start, Programme, Real Options Valuation, Real Options SLS, Real Options SLS).**
2. **Klicken Sie auf "1. Lizenz Real Options SLS" und wählen Sie AKTIVIERUNG aus, dann browsen Sie bis zur SLS-Lizenzdatei, die wir Ihnen geschickt haben.**
3. **Klicken Sie auf "2. Lizenzfunktionen & Optionenbewerter" und geben Sie die Kombination von NAMEN und SCHLÜSSEL ein, die wir Ihnen geschickt haben.**

Anhang E – Detaillierte Installationsanweisungen

SCHRITT EINS: Prüfung der Systemsanforderungen

Schritt 1.1 Prüfen Sie nach, dass Sie Windows XP, Vista, Windws 7 und spätere Versionen

Schritt 1.2 Prüfen Sie nach, dass Sie Excel 2003, Excel 2007 oder Excel 2010 haben

Schritt 1.3 Prüfen Sie nach, dass Sie Administratorrechte haben, um die Software zu installieren

Administratorrechte sind in den meisten Heimcomputer standardmäßig installiert, was bedeutet, dass Sie mit dem Schritt 1.4 fortfahren können. Allerdings einige Betriebscomputer mit strikten IT-Rechtlinien könnten Sie auffordern, erst Ihren Systemadministrator oder IT-Fachmann zu kontaktieren, bevor *irgendeine* Software installiert werden kann.

Schritt 1.4 Prüfen Sie nach, dass Microsoft .NET 2.0 und spätere Versionen installiert ist

Um das nachzuprüfen, klicken sie auf ***Start* | *Systemsteuerung* | *Programme hinzufügen oder entfernen***. Scrollen Sie die Liste der installierten Programme nach unten und suchen Sie Microsoft .Net Framework 2.0, um zu sehen ob das Programm vorhanden ist (Bild 1). Wenn es nicht aufgelistet ist oder wenn nur die Version 1.1 gelistet ist, **fahren Sie mit SCHRITT ZWEI fort**, um .NET Framework 2.0 zu installieren. Sonst, wenn es schon installiert ist, **fahren Sie mit SCHRITT DREI fort** und beginnen Sie die Installierung von Real Options SLS. Bemerken Sie bitte, dass die Versionen 1.1 und 2.0 nicht austauschbar sind und dass man beide Versionen auf derselben Maschine installieren soll und kann.

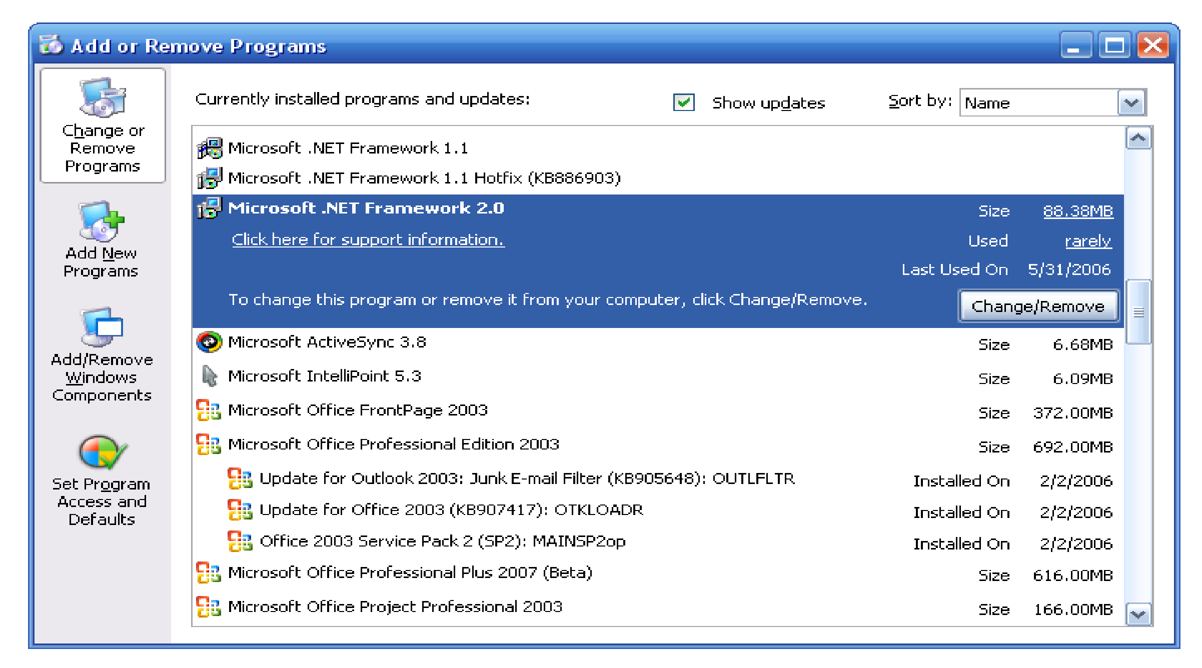


Bild 1 – Auflistung von Microsoft .NET Framework 2.0 in Programme hinzufügen und entfernen in der Systemsteuerung

SCHRITT ZWEI: Installierung von .NET Framework 2.0

Schritt 2.1. Wenn .NET Framework 2.0 nicht installiert ist, schieben Sie die Installations-CD ein und installieren Sie die Datei *dotnetfx20.exe*. Wenn Sie die CD nicht besitzen, laden Sie einfach die Datei herunter, indem Sie *www.realoptionsvaluation.com/downloads* besuchen, nach unten bis zum *SLS 5.0 Software* Downloadbereich scrollen und auf *Microsoft .Net Framework 2.0* klicken (Bild 2). Klicken Sie auf *SAVE*, um den Download und die Installation zu beginnen.

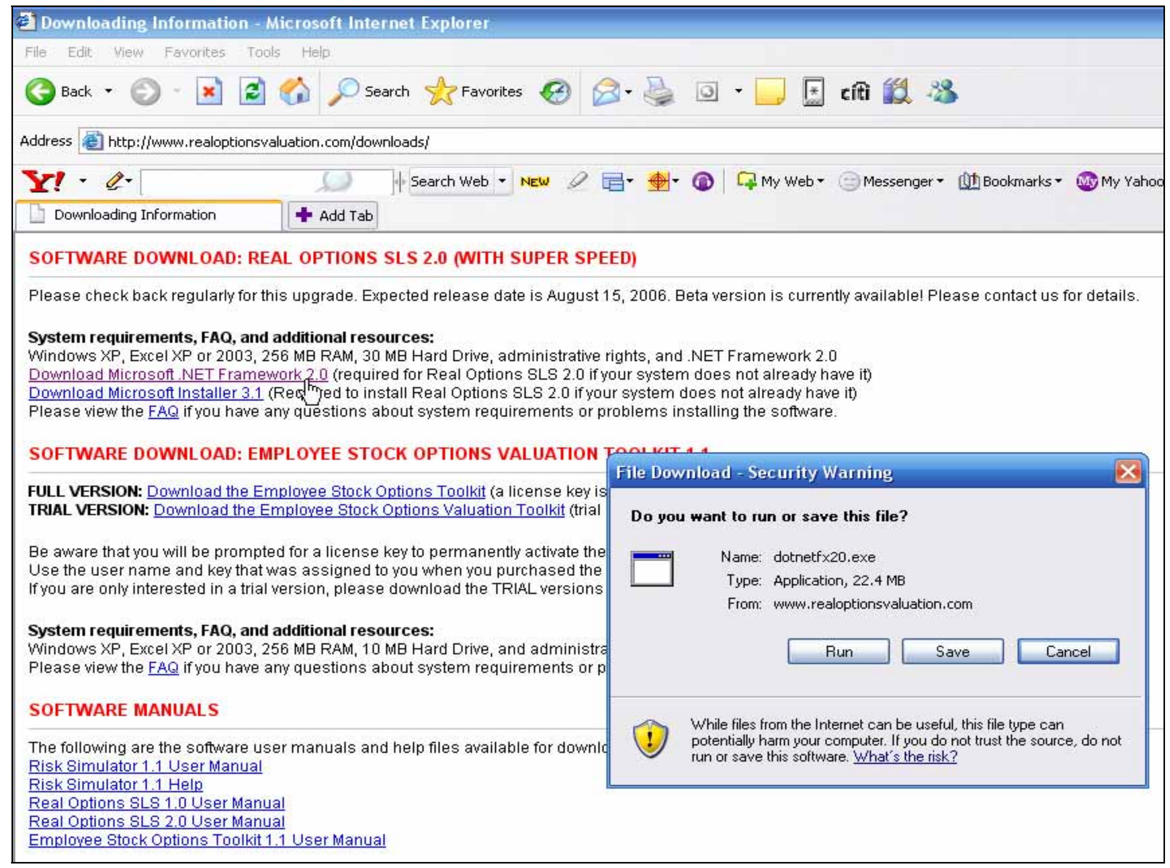


Bild 2 – Download von .NET Framework 2.0 von www.realoptionsvaluation.com/downloads

Schritt 2.2. Wenn der Download erfolgreich war, sollte sich die Installationsdatei automatisch extrahieren (Bild 3). Wenn das nicht geschieht, doppelklicken Sie auf die heruntergeladene und gespeicherte Datei, um den Prozess zu beginnen.

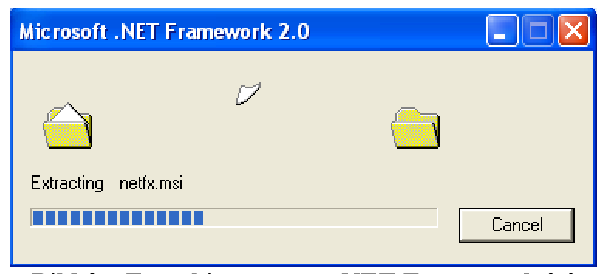


Bild 3 – Extrahierung von .NET Framework 2.0

Schritt 2.3. Als nächstes erscheint ein Begrüßungsbildschirm, wie im Bild 4 angezeigt. Um mit der Installation fortzufahren, klicken Sie einfach auf *NEXT*.

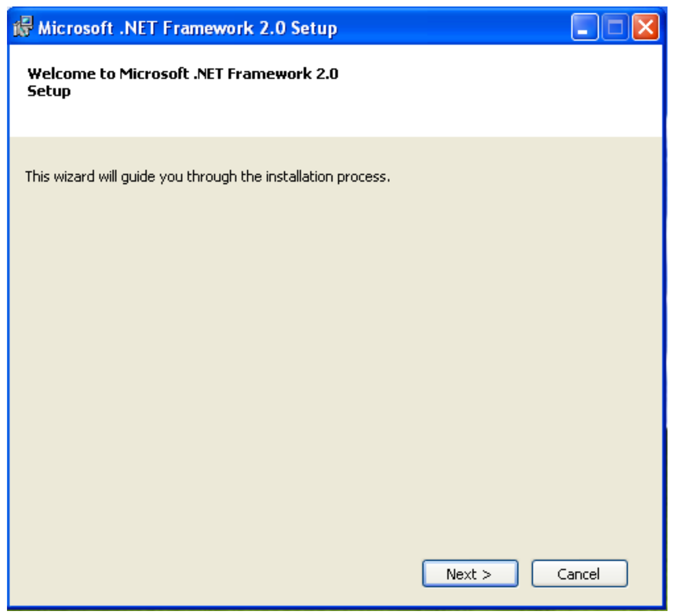


Bild 4 – Installation von .NET Framework 2.0

Schritt 2.4. Ihnen wird jetzt ein von zwei möglichen Szenarien präsentiert. Wenn Sie einen Lizenz-Zustimmungsbildschirm, wie im Bild 5 angezeigt, bekommen, aktivieren Sie einfach das *Zustimmungskästchen*, klicken Sie auf *INSTALL*, um die Installation fortzusetzen und fahren Sie mit dem *Schritt 2.6* fort. Wenn Sie die Fehlermeldung, wie im Bild 6 angezeigt, bekommen, klicken Sie auf *EXIT* fahren Sie mit dem *Schritt 2.5* fort, bevor Sie mit dem Schritt 2.6 fortsetzen - Ihrem System fehlt ein Element das erst installiert werden muss, bevor Sie fortfahren können.

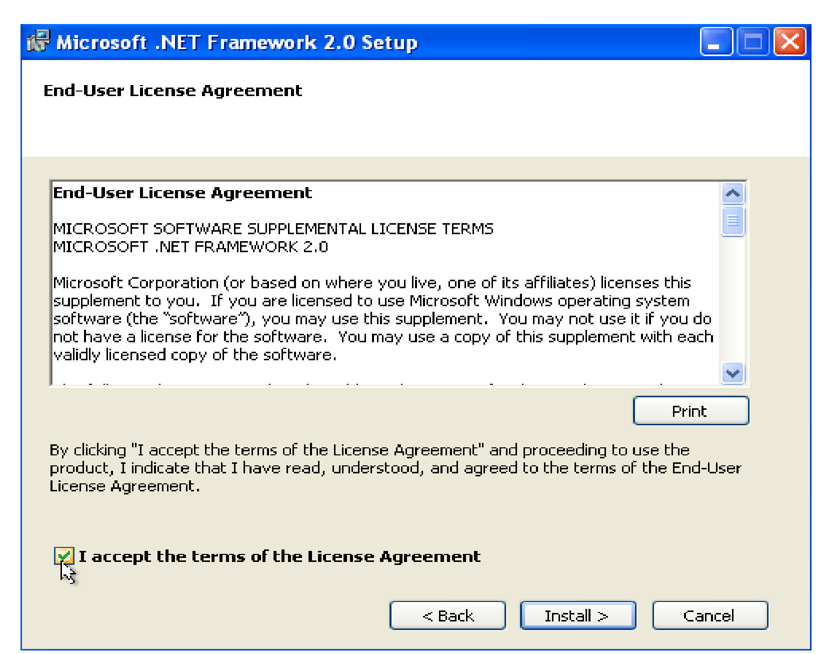


Bild 5 –.NET Framework 2.0 Lizenz-Zustimmung

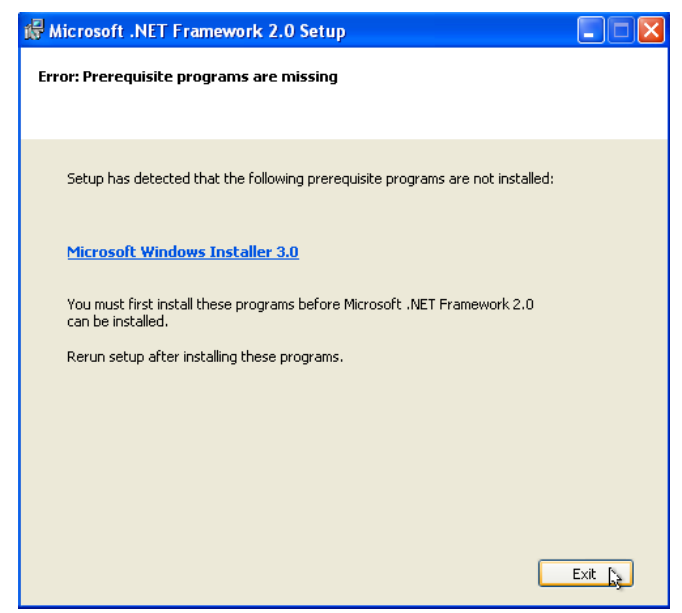


Bild 6 – Fehlender Microsoft Installer (hier auf EXIT klicken)

Schritt 2.5. Sie müssen diesen Schritt nur ausführen, wenn Sie die Fehlermeldung im Bild 6 bekommen. Wenn diese Meldung erscheint, klicken Sie unbedingt auf *EXIT*. Besuchen Sie dann *www.realoptionsvaluation.com/downloads*, um das Paket *Microsoft Installer 3.1* herunterzuladen (siehe Bild 7) und Klicken Sie auf *RUN*, um die Datei herunterzuladen bzw. auszuführen.

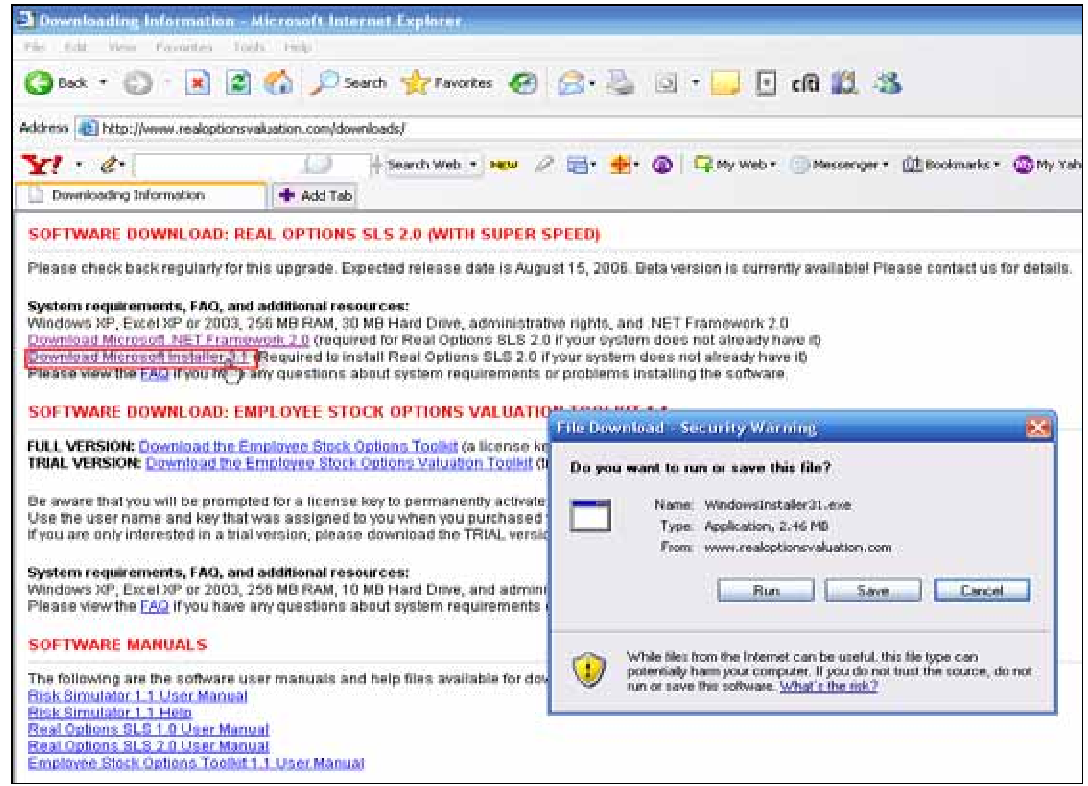


Bild 7 – Download von Microsoft Installer von www.realoptionsvaluation.com/downloads

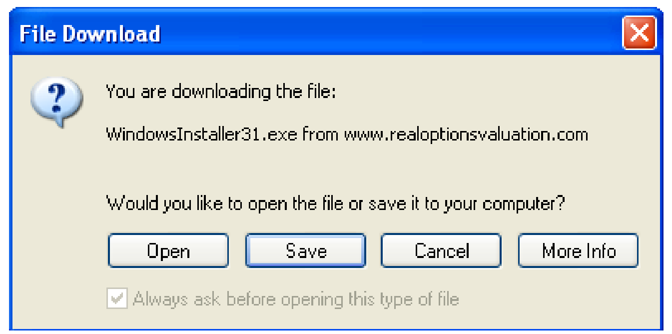


Bild 8 – Speicherung der Setupdatei von Microsoft Installer

Sie können die Datei *SAVE* (speichern) oder *OPEN* (öffnen) und sie online ausführen (Bild 8). Wenn dazu aufgefordert, klicken Sie auf *NEXT*, um mit der Installation von Windows Installer zu beginnen (Bild 9).

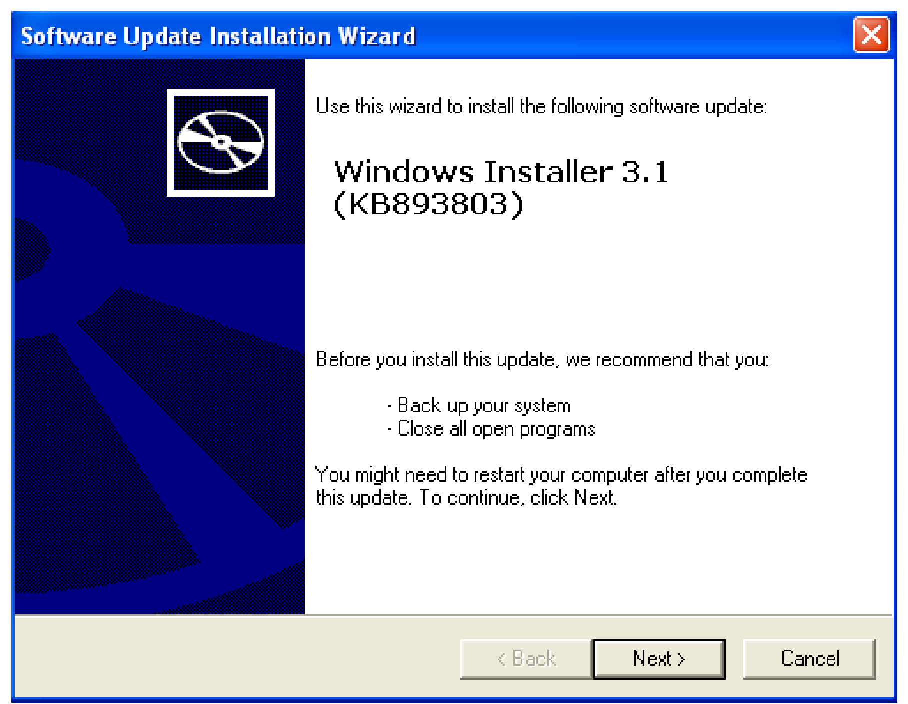


Bild 9 – Installation von Microsoft Installer

Klicken Sie auf *I AGREE* (Ich stimme zu) bei der Aufforderung zur Lizenz-Zustimmung (Bild 10) und auf *NEXT*, um die Installation zu beginnen (Bild 11). Sie werden dann aufgefordert, wenn die Installation erfolgreich war (Bild 12). Wir empfehlen, dass Sie Ihr System zu diesem Zeitpunkt neu starten. Wenn Ihr System neu gestartet wurde, machen Sie entweder weiter und kehren Sie zum *Schritt 2.1* zurück, oder doppelklicken Sie einfach, um die vorher heruntergeladene .NET Framework 2.0 Installationsdatei *dotnetfx20.exe* auszuführen und fahren Sie mit dem *Schritt 2.6* fort.

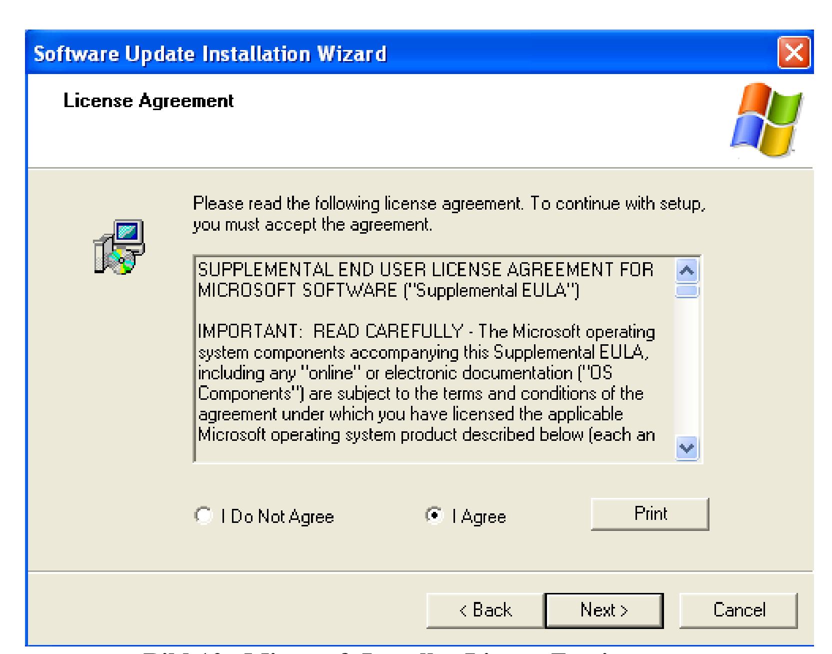


Bild 10 –Microsoft Installer Lizenz-Zustimmung

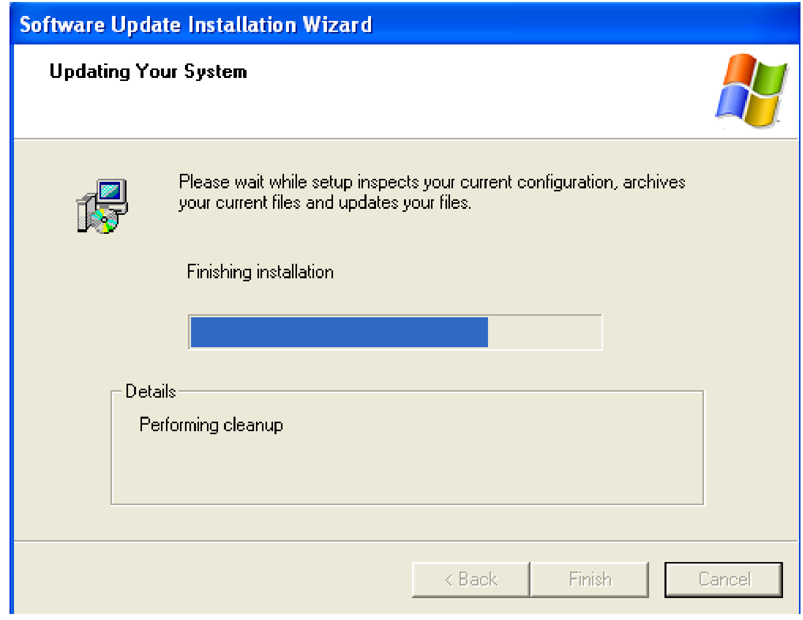


Bild 11 – Installation von Microsoft Installer

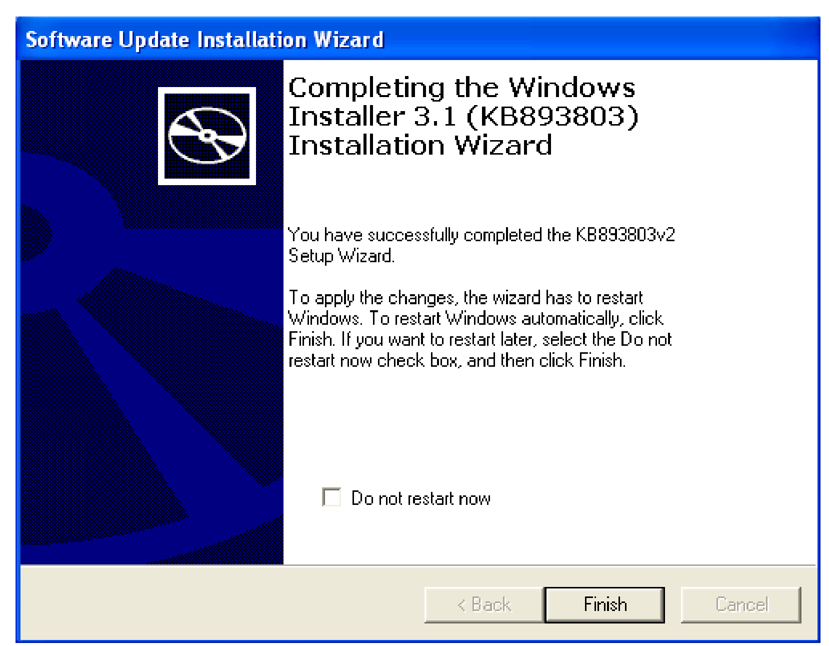


Bild 12 – Abschließung der Installation von Microsoft Installer

SCHRITT 2.6. Fahren Sie mit der Installation von .NET Framework 2.0 fort (Bild 13). Sie werden benachrichtigt, wenn die Installation erfolgreich war (Bild 14). Klicken Sie auf *FINISH* und fahren Sie mit dem *SCHRITT 3* fort.

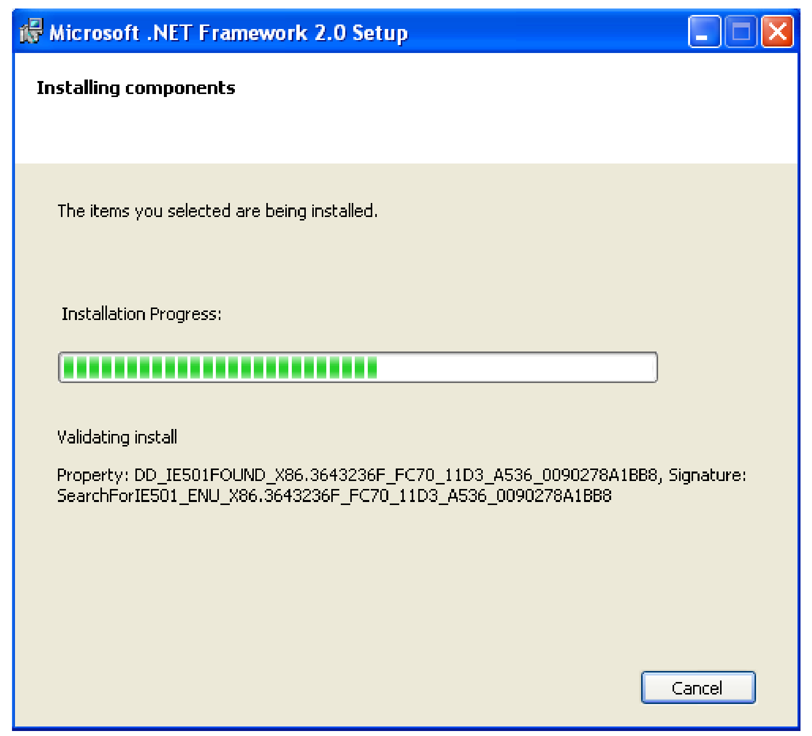


Bild 13 – Installation von Microsoft .NET Framework 2.0

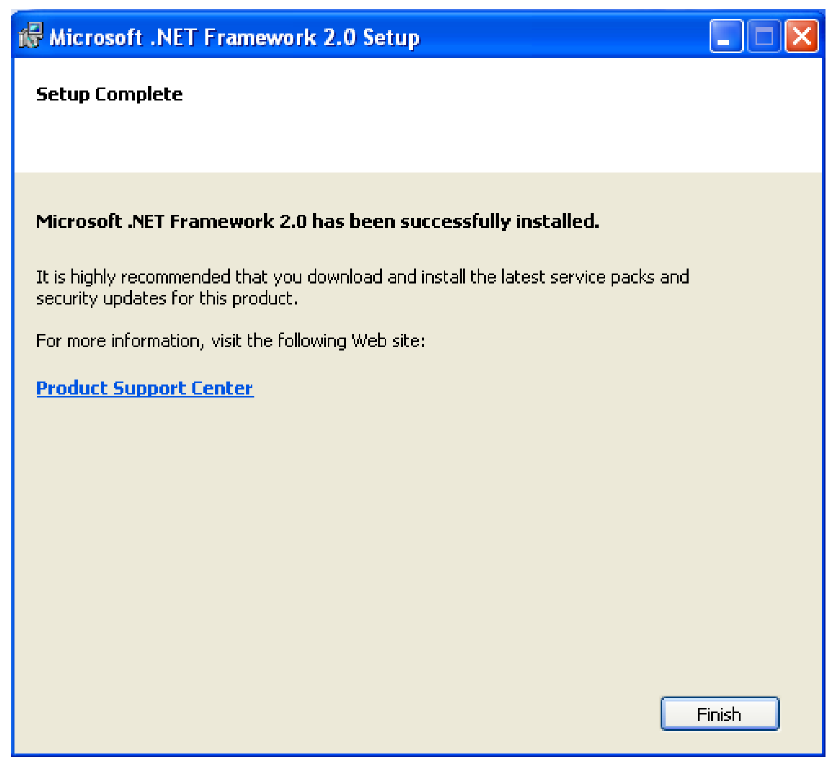


Bild 14 – Abschließung der Installation von Microsoft .NET Framework 2.0

SCHRITT DREI: Installation von Real Options SLS 5.0

Schritt 3.1. Geben Sie die Installations-CD ein oder gehen Sie zur Downloadseite www.realoptionsvaluation.com/downloads und scrollen Sie nach unten zur Softwaresektion, um die Softwareinstallationsdatei zu erhalten (Bild 15). Vergewissern Sie sich, dass Sie die Dateien von *SLS 5.0* herunterladen. Klicken Sie auf *Probeversion*, wenn Sie die Software noch nicht erworben haben, oder klicken Sie auf *Vollversion*, wenn Sie die Software schon erworben und die entsprechenden Lizenzschlüssel bekommen haben.

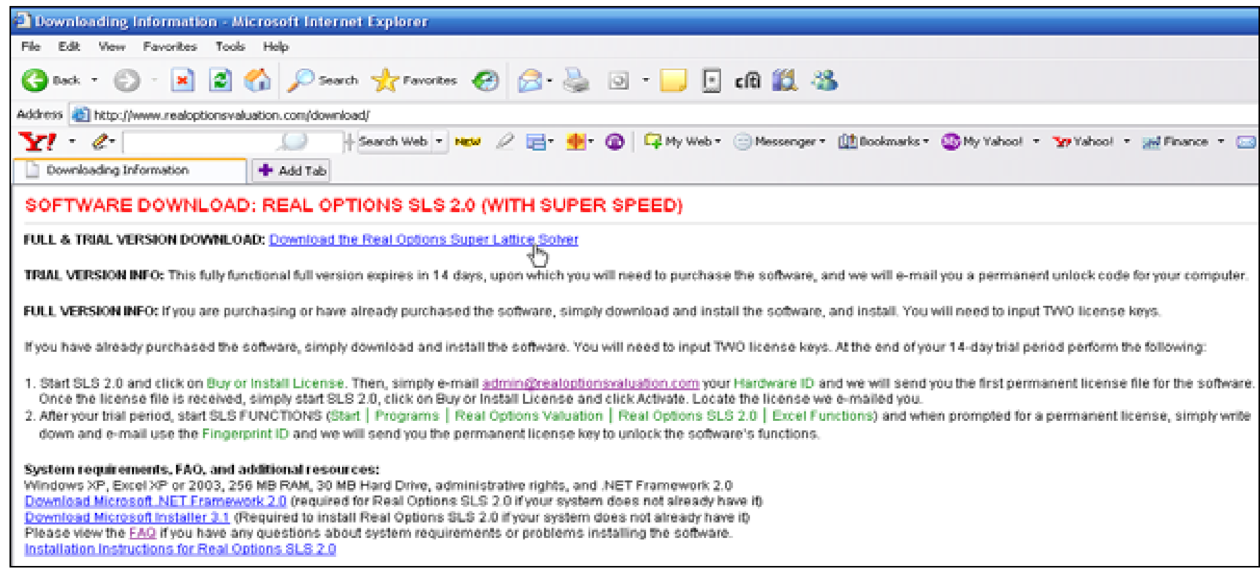


Bild 15 – Download der Software Real Options SLS 5.0

Schritt 3.2. Um fortzufahren, klicken Sie auf *NEXT* (Bild 16) und dann wieder auf *NEXT* (Bild 17). Behalten Sie alle Standardeinstellungen (empfohlen). Dann klicken noch einmal auf *NEXT*, um den Installationsvorgang zu beginnen (Bild 18). Gedulden Sie sich während der Installation (Bilder 19-20).

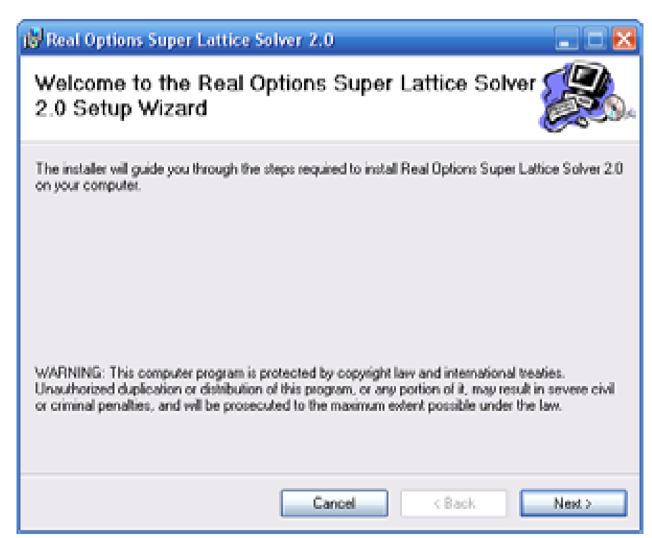


Bild 16 – Installation von Real Options SLS

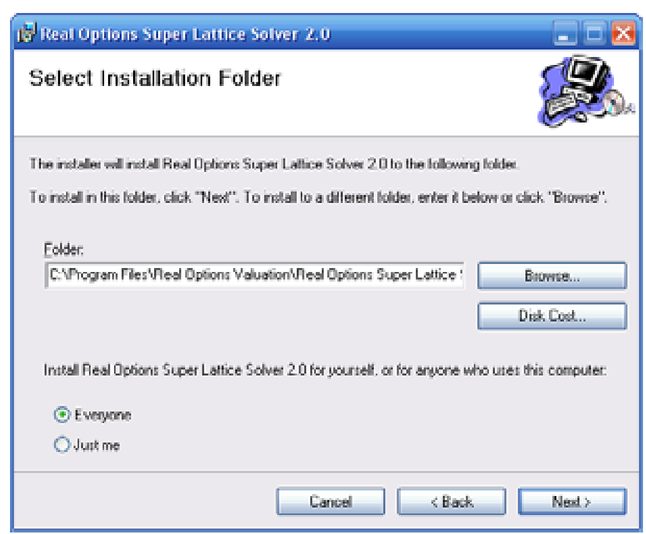


Bild 17 – Installation von Real Options SLS

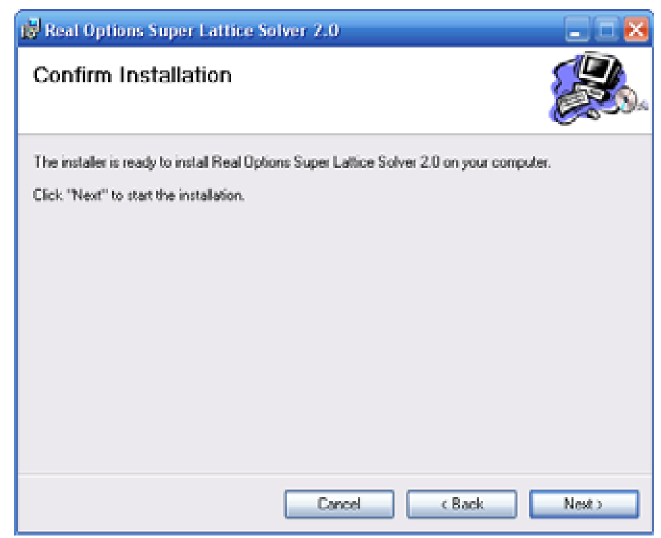


Bild 18 – Installation von Real Options SLS

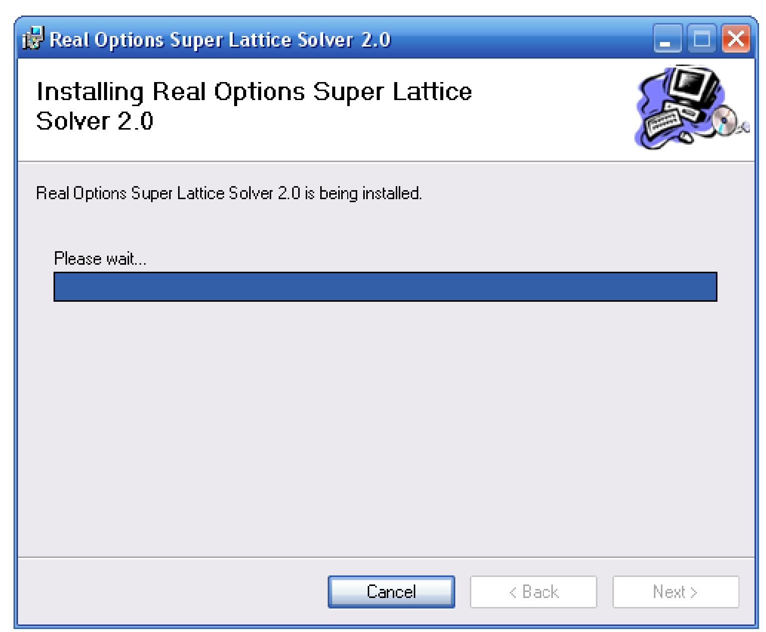


Bild 19 – Installation von Real Options SLS

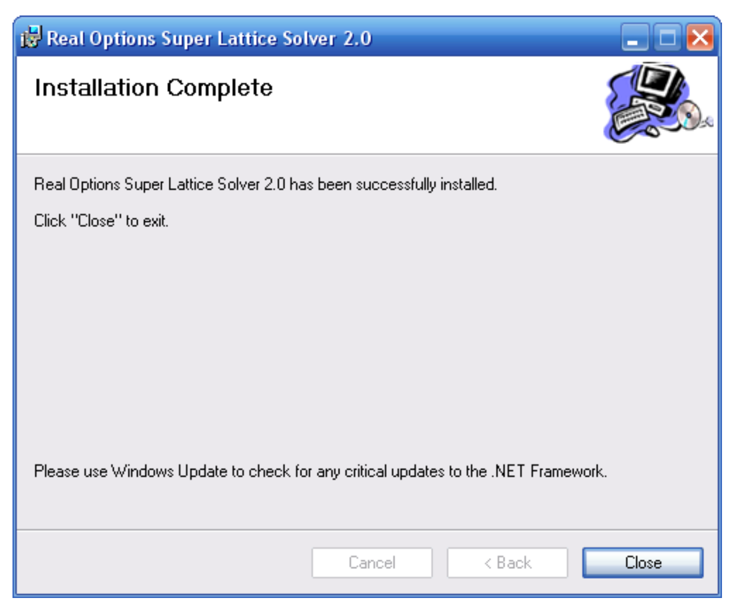


Bild 20 – Abschließung der Installation von Real Options SLS

Anhang F – Aktivierung der permanenten Lizenzvergabe

Es sind zwei Lizenzen erforderlich, um Real Options SLS auszuführen. Die erste ist eine Lizenz für die Software Real Options SLS (die Einzel-Aktivum Verbandsmodelle, die Modelle mit mehrfachen Aktiva und mehrfachen Phasen, die Multinomialverbände und der Verband-Erzeuger). Die zweite ist eine Lizenz für den exotischen Finanzbewerter und für die innerhalb Excel zugänglichen SLS-Funktionen. Um Ihre Software zu lizenzieren, befolgen Sie die einfachen untenstehenden Schritte:

Vorbereitung:

1. Starten Sie Real Options SLS (klicken Sie auf Start, Programme, Real Options Valuation, Real Options SLS, Real Options SLS).
2. Klicken Sie auf die Verknüpfung "1. Lizenz Real Options SLS" und Sie werden mit Ihrer HARDWARE-ID beliefert (diese beginnt mit dem Präfix *SLS* und sollte zwischen 12 und 20 Stellen haben). Schreiben Sie diese Information auf oder kopieren Sie sie, indem Sie die Identifikationsnummer auswählen, mit der Maus doppelklicken und Kopieren auswählen. Dann fügen Sie diese Nummer in eine E-Mail an uns ein.
3. Klicken Sie auf die Verknüpfung "2. Lizenzfunktionen & Optionenbewerter" und notieren oder kopieren Sie den HARDWAREFINGERABDRUCK (er sollte ein 8-stelliger alphanumerischer Code sein).
4. Erwerben Sie eine Lizenz von www.realoptionsvaluation.com durch das Klicken auf die Verknüpfung Purchase.
5. Senden Sie eine E-Mail mit diesen Identifikationsnummern an admin@realoptionsvaluation.com und wir werden Ihnen Ihre Lizenzdatei und Lizenzschlüssel schicken. Wenn Sie diese erhalten haben, installieren Sie bitte die Lizenz wie unten beschrieben.

Installation der Lizenzen:

1. Speichern Sie die SLS-Lizenzdatei (die von uns nach Ihrem Kauf an Sie gesendete Lizenzdatei) auf Ihrer Festplatte und starten Sie dann Real Options SLS (klicken Sie auf Start, Programme, Real Options Valuation, Real Options SLS, Real Options SLS).
2. Klicken Sie auf "1. Lizenz Real Options SLS" und wählen Sie AKTIVIEREN aus. Dann browsen Sie bis zur SLS-Lizenzdatei, die wir Ihnen geschickt haben.
3. Klicken Sie auf "2. Lizenzfunktionen & Optionenbewerter" und geben Sie die Kombination von NAMEN und SCHLÜSSEL ein, die wir Ihnen geschickt haben.